The American Museum of Natural History

1869
THE LIBRARY

QL366
.R62
1914

~~£18~~

~~20,~~ £15

Conférences de Zoologie

faites à la Sorbonne

par

A. Robert.

Chargé de Conférences de Zoologie.

Protozoaires

1914

Publiées par

l'Association Amicale des Elèves et Anciens Elèves de la Faculté des Sciences de Paris

à la Sorbonne.

QL366
.R62
1914

Tous droits de traduction et de reproduction réservés

Copyright 1914 by A. Robert

Protozoa

1ère Partie

Généralités

I.- Définition.

Goldfuss[1] désigna le premier sous le nom de Protozoa un ensemble d'animaux assez mal limité, comprenant, outre nos Protozoaires, les Rotifères, les Hydraires, les Bryozoaires, etc.

C'est von Siebold[2] qui a donné a ce groupe l'extension qu'il a aujourd'hui.

Le nom (πρῶτος, premier, ζῶον animal) veut dire: les premiers animaux, - en commençant par le bas de l'échelle.

Les Protozoaires peuvent être définis en deux mots: animaux unicellulaires. Tout au moins, quand ils sont formés de plusieurs

---

(1). Handbuch der Zoologie, I, 1820.

(2). Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, 1845.

cellules, celles-ci sont-elles toutes semblables, interchangeables entre elles, et jamais disposées en feuillets différenciés. Un pareil être pluricellulaire peut donc être regardé comme une association, une colonie d'individus unicellulaires, ne différant pas ou différant très peu entre eux. Il peut cependant y avoir des individus végétatifs et des individus reproducteurs, par exemple; de même que dans une colonie d'Hydraires, il peut y avoir différenciation des individus les uns par rapport aux autres, sans qu'ils cessent d'être comparables.

1° Ils sont unicellulaires.

L'individu est donc ici une cellule, c'est-à-dire l'être le plus simple qui soit capable de vivre d'une façon indépendante. Chez les Métazoaires, au contraire, l'individu est composé de cellules nombreuses et différenciées les unes par rapport aux autres.

Il résulte de là que les Protozoaires sont de petite taille, car les grosses cellules sont rares; ils ne dépassent guère 4 à 5 centimètres et l'immense majorité est microscopique. Il en résulte encore qu'ils ne peuvent avoir ni tissus ni organes, car un organe est formé de tissus et un tissu est composé de cellules différenciées. Mais il y a souvent, dans la cellule même, des différenciations internes, qui jouent le rôle d'organes, par exemple une bouche (cytostome), un pharynx (cytopharynx), un anus (cytopyge), des fibrilles contractiles jouant le rôle de muscles (myonèmes), etc. Ces faux organes sont appelés organelles.

Les Protozoaires se reproduisent presque toujours par division, comme les cellules en général, mais souvent aussi sexuellement: deux individus entiers agissent alors comme les cellules reproductrices des Métazoaires.

2° Ce sont des animaux.

Il s'agit tout d'abord d'établir une distinction entre les animaux et les végétaux. La question n'a pas une grande im-

portance théorique : il n'y a en effet pas de raison pour que les différences soient plus tranchées, plus absolues, entre les règnes qu'entre les embranchements ou les classes que nous établissons.

Aussi certains auteurs ont-ils imaginé un groupe placé entre animaux et végétaux. Ainsi Owen [1] proposa un règne intermédiaire. Hæckel [2] établit de même son règne des Protistes, (groupe malheureusement bien vague et que son auteur n'a cessé de remanier depuis).

On conserve souvent aujourd'hui ce nom de Protistes pour désigner tous les êtres unicellulaires.

Mais en général on s'en tient aux deux règnes, animal et végétal, qu'il est déjà bien difficile de limiter l'un par rapport à l'autre.

Plusieurs critériums ont été proposés, surtout empruntés à la nutrition [3]. L'absorption des aliments à l'intérieur du corps est un caractère des animaux, mais il est loin d'être absolu.

Un animal ne peut d'ordinaire tirer directement des éléments minéraux, les matériaux de son propre corps : il doit les emprunter à un autre être vivant ou au produit de l'activité d'un autre être vivant qu'il ingère et digère, mode de nutrition dit holozoïque (ὅλος, entièrement, ζῶον, animal).

Au contraire une plante verte peut tirer son carbone de l'acide carbonique de l'air et son azote des nitrates naturels, mode de nutrition dit holophytique (φυτόν, plante). L'existence de chlorophylle, et aussi la possession d'une membrane de cellulose, ont été donnés comme caractères des végétaux [4]. Mais des végétaux indiscutables n'ont pas de chlorophylle

---

(1) Palæontology, 1861, p. 4

(2) Generelle Morphologie, 1866.

(3) Dangeard. Ann. Sci. nat. Botanique (7) IV, 1886.

(4) Par exemple Nägeli Gattungen einzelliger Algen ... etc (Zurich, 1849)

(Champignons) et certains animaux ont de la cellulose ou une substance très voisine (Tuniciers).

Les autres modes de nutrition ne sont pas non plus caractéristiques : le mode saprophyte (σαπρός, pourri, φυτόν, plante), où l'être absorbe par osmose les produits d'activité ou de décomposition d'un autre être, et le mode parasite, où il vit directement aux dépens d'un autre être vivant qui lui sert d'hôte, existent aussi bien chez les végétaux que chez les animaux.

Le mode de nutrition ne peut donc servir à départager les deux règnes. Des êtres voisins sous tous les autres rapports, peuvent différer par ce seul caractère. Et le même individu peut employer plusieurs de ces modes. Ainsi, Chromulina flavicans (Chrysomonade) d'après Bütschli [1] est tantôt holophytique, tantôt holozoïque.

MM. Delage et Hérouard [2] admettent comme critérium la motilité : une plante est immobile à l'état végétatif, adulte ; tout au moins elle n'a pas d'organes locomoteurs. C'est le meilleur critérium à accepter, malgré la difficulté qu'il y a à préciser le sens du terme adulte.

---

(1) Brown, I, p. 866.
(2) Traité, I, p. 519.

II._ Constitution générale.

Un Protozoaire se compose typiquement, comme toute cellule, d'une masse de matière semi-liquide et d'un noyau.

La substance vivante des Protozoaires a reçu de Dujardin en 1835 (1) le nom de sarcode (σαρκώδης, charnu, dérivé de σάρξ, chair). Mais ce nom a été remplacé dans l'usage par celui de protoplasma (πρῶτος, premier ; πλάσμα, formation, ouvrage façonné), nom créé par Purkinje en 1840 pour la substance fondamentale des embryons, et dont la signification a été étendue par Hugo von Mohl en 1846 à la matière vivante de la cellule en général.

1._ Protoplasma

Le Protoplasma peut d'ordinaire être distingué chez les Protozoaires en endoplasme ou endosarque, interne, granuleux, fluide, riche en vacuoles, — et en ectoplasme ou ectosarque, clair, élastique, pauvre en inclusions et en vacuoles, formant la couche externe.

L'ectoplasme se différencie souvent à sa surface en une membrane, de consistance très variée : c'est souvent une mince pellicule. Chez les Flagellates tout l'ectoplasme paraît se transformer souvent en une mince enveloppe dite périplaste. Il peut aussi sécréter à sa surface des enveloppes adventices variées. La

(1) Ann. Sci. nat. (2) IV, p. 343.

couche interne de l'ectoplasme produit souvent des fibrilles contractiles ou myonèmes.

Enfin c'est l'ectoplasme qui donne naissance aux appareils de mouvement, qui sont

1° des pseudopodes[1] : prolongements temporaires et déformables, formés d'ectoplasme seul quand ils sont minces, mais dans lesquels l'endoplasme pénètre quand ils sont assez gros (fig. 1). Ils sont souvent anastomosables. Leur ensemble forme alors comme un chevelu de racines : d'où le nom de Rhizopodes[2] donné à la classe de Protozoaires caractérisée par l'existence de pseudopodes.

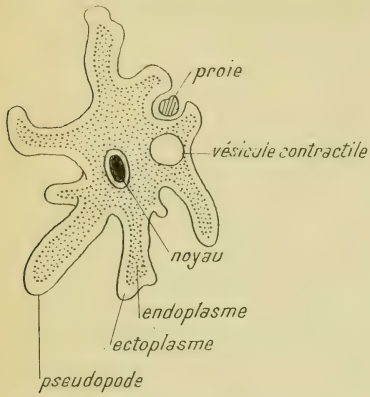


Fig. 1. Amœba proteus Pall.
(Imité de Doflein)

Les pseudopodes presque rectilignes et relativement rigides des Héliozoaires (Rhizopodes à pseudopodes rayonnants), possèdent un axe d'endoplasme différencié appelé axostyle (fig 2).

2° des flagelles, prolongements filiformes d'environ la longueur du corps et peu nombreux (fig 3). Ils sont formés d'une fibre axiale à réactions chromatiques et d'une gaine

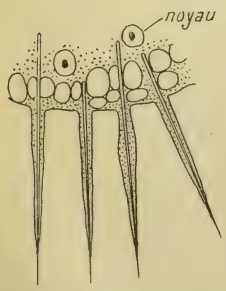


Fig. 2. Actinosphærium Eichhorni Ehrbg.
(Im. Butschli)

(1) (ψευδής, faux ; πόδιον, petit pied)
(2) (ῥίζα, racine ; πούς, ποδός, pied)

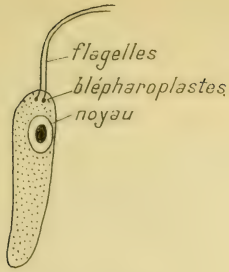


Fig. 3. Spongomonas splendida Stein.
(Im. Hartmann et Chagas)

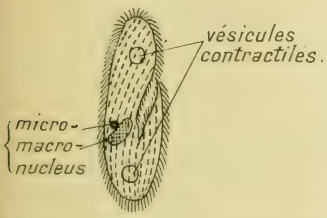


Fig. 4. Paramæcium caudatum.
(Im. Doflein.)

Fig. 5. Mouvement des cils.
(Im. Verworn)

ectoplasmique, probablement contractile. Ils caractérisent la classe des Flagellates. Presque toujours ils présentent à leur base un grain basal colorable comme l'axe du flagelle et appelé blépharoplaste [1].

Les flagelles ont des mouvements variés de rame ou de vis.

3° des cils, caractéristiques des Ciliés ou Infusoires, prolongements nombreux et courts, disposés d'ordinaire en rangées régulières, constitués comme les flagelles et présentant d'ordinaire à leur base un grain basal réfringent. Ils n'ont que des mouvements d'oscillation presque dans un plan, ce qui indiquerait que leur substance est contractile d'un côté seulement. Leurs oscillations sont synchrones dans une même rangée transversale, mais métachrones en série longitudinale; c'est à dire que le deuxième cil d'une rangée longitudinale commence son mouvement après que le premier a commencé, mais avant qu'il ait terminé le sien (fig. 5). Il en résulte que l'ensemble prend l'aspect d'un champ de

(1) (βλεφαρίς, cil; πλάστης, qui forme)

blé ondulant sous l'action du vent.

L'absence d'organelles de mouvement différenciées et le parasitisme caractérisent la classe des Sporozoaires.

2.- Noyau

Le noyau est une sorte de vésicule réfringente, différant du cytoplasma par sa structure et sa composition : Il contient des grains de chromatine, (substance réfringente, normalement colorable par les anilines basiques et l'hématoxyline), disposés sur un réseau de linine (colorable par les anilines acides) et dans les mailles duquel est un liquide appelé suc nucléaire. Il y flotte parfois des nucléoles, à réactions spéciales, mais pouvant se charger aussi de chromatine : ce sont alors des amphinucléoles.

Il y a souvent plus d'un noyau par individu. Certains Protozoaires ont même pour caractère essentiel d'en avoir deux. Ainsi les Infusoires ont typiquement deux noyaux, un gros régissant les fonctions végétatives de la cellule et appelé macronucléus, et un petit reproducteur appelé micronucléus (fig.4).

Doflein (Lehrbuch, p.18) distingue des noyaux massifs et des noyaux vésiculeux.

Fig.6. Noyau massif moniliforme de Stentor cœruleus (fragment.) (Im. Doflein.)

1° Massifs : ils comprennent un réseau serré de linine portant de nombreux petits grains de chromatine uniformément répartis. Ces noyaux ont des formes variées et sont assez souvent allongés en cordon ou ramifiés. Exemple : le macronucléus des Infusoires.

2° Vésiculeux sphériques ou ovoïdes, mais très déformables. Ils contiennent un réseau de

linine plus lâche. On distingue dans cette catégorie, des noyaux :

Fig. 7. Noyau vésiculeux de Pélomyxa binucleata Gr.
(Im. Doflein. fig. 11)

A :- sans corps interne, où la chromatine est amassée contre la membrane ou accumulée en masses irrégulières formant des amphinucléoles (il peut exister en outre de vrais nucléoles non chromatiques);

B :- avec corps interne (Binnenkörper) : il existe alors au centre un corps arrondi, réfringent, formé de linine, mais très riche en chromatine. C'est le cas le plus fréquent.

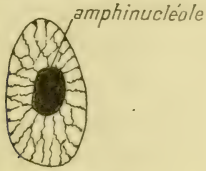


Fig. 8. Noyau de Caryotropha Mesnili Sied.
(Im. Siedlecki)

Ce corps interne peut être :

a :- un amphinucléole, c'est-à-dire une masse de substance achromatique portant une grande quantité de chromatine ; il peut y avoir en outre des grains de chromatine périphérique distribués sur le réseau de linine situé entre le corps central et la membrane (fig. 8);

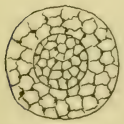


Fig. 9. Noyau de Amœba cristalligera Gr.
(Im. Schaudinn)

b :- Le corps central peut avoir absolument la constitution d'un noyau et former comme un petit noyau contenu dans le grand, et rattaché à la membrane nucléaire par un réseau lâche de linine qui porte quelques grains de chromatine (fig. 9)

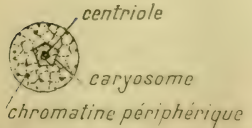


Fig. 10. Noyau de Entamœba africana Hartm.
(Im. Hartmann et Prowazek.)

c :- un caryosome. Hartmann et son école distinguent sous ce nom[1] le corps central quand il contient

---

(1) (κάρυον, noyau ; σῶμα, corps)

un centriole qui joue le rôle de centre cinétique (fig.10). Mais d'ordinaire on ne fait pas cette distinction et on appelle caryosome le corps central quelle que soit sa constitution.

D'après Hartmann,[1] le caryosome est soumis à des modifications cycliques; à certains moments, il est très riche en chromatine; puis cette substance quitte le caryosome et se distribue vers la périphérie du noyau. Le caryosome devient alors presque entièrement achromatique et le centriole, jusque là masqué parfois, y apparaît nettement, pour être masqué de nouveau quand la chromatine semble s'y reformer. Ce seraient là des échanges nutritifs (Siedlecki).[2]

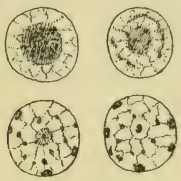


Fig.11. Modifications cycliques du caryosome, noyau de Amœba tetragena. (Im. Hartmann)

Les noyaux à gros caryosome et faible quantité de chromatine périphérique passent pour les plus primitifs. Ils ont reçu le nom de protokaryon (Chatton).[3]

Mais ces catégories n'ont pas de valeur absolue et sont reliées par des transitions insensibles; les variations cycliques

---

(1) (Verh. deutsch. Tropenmediz. Ges., I, 1908)

(2) Ces modifications cycliques affectent une forme curieuse chez Porospora (Léger et Duboscq, A.Z.E. (5), VI, 1911, p. LXII): le caryosome, d'abord massif, se creuse d'une vacuole qui se contracte ensuite et expulse son contenu dans le noyau, (fig.12).

Fig.12. Modifications cycliques du noyau de Porospora gigantea E.v.Ben.

(3) (A.Z.E. 1910, (5), V. p. 282.)

montrent le caryosome se formant et se défaisant sans cesse. Fauré-Fremiet [1] est parvenu à faire varier la structure du macronucléus des Infusoires à l'état vivant. En faisant agir sur ces Protozoaires une solution très étendue de soude, les granulations qu'on y voit normalement disparaissent. Au contraire les acides les font grossir. Une solution plus concentrée de soude fait apparaître des sortes d'amphinucléoles qui ne peuvent plus être détruits ensuite. Les véritables nucléoles ne sont pas modifiés. Fauré-Fremiet pense que le noyau renferme une solution colloïdale de chromatine, que les ions H précipitent et que les ions OH solubilisent.

3.- Centrosome

Chez les Métazoaires il existe d'ordinaire un centre d'activité cinétique ou centrosome, qui peut être réduit par moments à un petit grain très simple, le centriole.

Certains Protozoaires ont aussi un centriole persistant, au moins pendant un certain temps, hors du noyau : Certains Héliozoaires tels que Acanthocystis, ont un grain central, d'où rayonnent les axostyles des pseudopodes et qui joue le rôle de centrosome à la division (fig. 13).

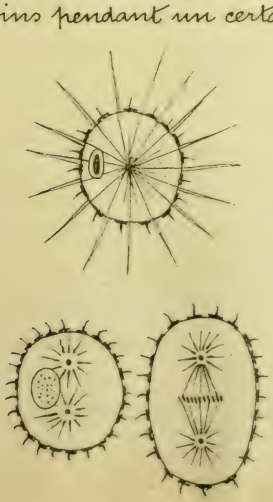


Fig. 13. Acanthocystis aculeata. Hertw. & Less. (Im. Schaudinn)

Mais dans la grande majorité des Protozoaires, le centriole, quand il existe, est toujours intranucléaire, occupant par exemple le centre du caryosome comme nous venons de le voir.

Mais même quand il est

(1) (A. Prot. 1910, XXI, p. 192).

indépendant du noyau à l'état de repos, on l'a vu parfois en sortir.

Il en est ainsi chez ce même Acanthocystis, lors du bourgeonnement. Chez cet être le centriole régit donc les mouvements mitotiques lors de la division du noyau, et l'activité des organelles de mouvement en temps ordinaire.

Il en est de même chez bon nombre de Flagellates où le blépharoplaste joue, lors de la division nucléaire, le rôle d'un vrai centriole.

Le centriole est donc très répandu chez les Protozoaires. Hartmann et son école voudraient en trouver chez tous. Au contraire Gläser [1] nie l'existence d'un centriole dans la plupart des cas où l'école adverse l'a décrit. Il est fort possible qu'en réalité il n'existe pas partout; l'essentiel en effet est l'existence d'un centre de forces, mais il ne paraît pas indispensable que ce centre soit précisément occupé par un grain électivement colorable; il n'est pas impossible que les forces s'appliquent à une molécule non chromatique.

4.- Mitochondries. [2]

Benda a donné ce nom à de petits bâtonnets réfringents, ayant tendance à se fragmenter en grains présentant des réactions très analogues à celles de la chromatine et visibles sur le vivant. Fauré-Fremiet [3] les a vus se diviser par étranglement, en même temps que le micronucléus des Infusoires. Elles sont constituées d'après le même auteur par une substance albuminoïde chargée d'une matière lipoïde.

---

(1) (A. Prot. XXV, 1912, p. 98-117.)

(2) (μίτος, filament; χονδρίον, petit grain)

(3) (A. Anat. micr. 1910, XI, p. 525).

5.- Plastes.

Il y a aussi des plastes, différenciations spéciales du protoplasma, qui se multiplient par étranglement et qui sont chargés de l'élaboration de certaines substances. On distingue des chloroplastes, chargés de chlorophylle, des chromoplastes, chargés d'autres matières colorantes, etc. Ces plastes colorés sont localisés surtout chez les Flagellates, et quand ils existent il y a souvent aussi un stigma, c'est-à-dire une tache de pigment rouge sans doute en rapport avec la réception de la lumière. Ces plastes colorés servent à l'alimentation holophytique. Grâce à eux, l'acide carbonique de l'air est décomposé à la lumière. Le résultat de leur action est de l'amidon, ou, plus souvent, une substance voisine, le paramylon, qui s'accumule d'ordinaire autour de petits grains réfringents, les pyrénoïdes.

Il ne faut pas confondre les plastes avec des Algues symbiotiques, Zoochlorelles ou Zooxanthelles, qui vivent souvent en symbiose dans les Protozoaires, leur fournissant de l'amidon, leur empruntant des matières organiques et finissant d'ordinaire par être digérées par leur hôte.

6.- Vacuoles.

Il y a enfin des vacuoles diverses.

D'abord des vacuoles alimentaires, entourant les particules nutritives ingérées. Leur contenu est d'abord acide, puis alcalin, mais avec de grandes variations.[1]

(1). Voir notamment Le Dantec: (Ann. Pasteur, IV, 1890; V, 1891; Bull. Sci. France-Belgique (XXIII, 1891; XXV, 1893; XXVI, 1894); Nirenstein (Z. allg. Physiol. V, 1905, p 435); Khainsky (A. Prot, XXI, 1910, p 43); Métalnikow (A. Z. E. (5) IX, 1911 p 373); etc.

La digestion achevée la vacuole vient crever à la surface. Parfois les matières non assimilables s'accumulent en gros amas (stercomes) qui sont périodiquement rejetés.

Certaines vacuoles se contractent rhythmiquement (vésicule pulsatile ou vacuole contractile). Elles sont surtout répandues chez les formes d'eau douce (fig.1) et manquent le plus souvent chez les espèces marines ou parasites : mais il y a de nombreuses exceptions. Chez beaucoup d'espèces leur nombre et leur position sont constants (fig.4). Elles sont formées par la fusion de petites vésicules qui croissent progressivement, puis confluent en une seule (fig.14) qui se contracte et se vide brusquement en un point souvent prédéterminé de la surface. Souvent le nombre et la position des vésicules formatrices sont également constants. Chez Anoplophrya striata Duj., les vésicules contractiles ont une paroi propre [1].

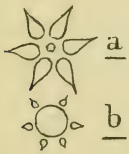


Fig.14. Vésicule contractile de Paramæcium.

Doflein [2] pense qu'il se produit dans le protoplasme des Protozoaires d'eau douce une solution très hypertonique de matières excrétées, qui attire l'eau ambiante : d'où la formation de la vacuole. Cela ne peut avoir lieu dans un milieu normalement hypertonique comme l'eau de mer. Et en effet, Margarete Zuelzer [3], habituant graduellement des Amœba verrucosa Ehrbg à une eau de plus en plus salée voit la vésicule contractile cesser de battre et disparaître, en même temps que le corps entier de l'Amibe perd de l'eau et se contracte. Si l'on diminue ensuite la salinité du milieu, en ajoutant peu à peu de l'eau douce, on voit la vacuole se reformer.

(1) Cépède. (A.Z.E. (5) III, 1910, p. 398).

(2) (Lehrbuch, p. 102).

(3) (A. Entwickmechan. XXIX, 1910, p. 632)

Des expériences analogues ont été faites sur des Infusoires. Pourtant Balbiani [1] chez Paramoecium, puis Cépède [2] chez Protophrya ovicola Hof ont remarqué que l'hypertonicité du milieu agit comme la déshydratation, en dilatant énormément la vacuole contractile, qui cesse de battre. Au retour des conditions normales elle reprend ses dimensions et son jeu habituels. La vésicule pulsatile sert évidemment au rejet de matières excrétées dissoutes et, notamment, d'acide carbonique. Quand elle n'existe pas l'acide carbonique doit être émis par toute la surface; c'est aussi par la surface que l'oxygène est absorbé. Il faut remarquer d'ailleurs que les parasites et les saprophytes vivent le plus souvent dans un milieu privé d'oxygène libre et sont par suite anaérobies [3]

---

(1) (A. Anat. Micr. II, 1899, p. 539.)

(2) (A.Z.E (5) III. 1910 p.461-463.)

(3) Voir Pütter (Z. Allg Physiol, 1905, p. 566; etc)

2.7.7

III.- Enkystement

La vésicule pulsatile disparait normalement quand l'animal s'enkyste, c'est-à-dire s'entoure d'une membrane protectrice, ce qui peut avoir lieu chez la grande majorité des Protozoaires quand ils sont mis dans des conditions défavorables, ou encore pour se diviser à l'abri. Pour s'enkyster, l'animal s'arrondit, perd ses organelles de mouvement, rejette ou absorbe les particules étrangères, nutritives ou autres, qu'il contient, enfin se contracte, (par perte d'eau probablement), ce qui le rend d'ordinaire plus léger. Enfin une membrane protectrice de consistance variée, est sécrétée à la surface.

IV.- Reproduction.

1° Reproduction asexuée.

[Schizogonie (Schaudinn) ou agamogonie (Hartmann)]

Le mode de reproduction habituel des Protozoaires est la division. Elle peut être égale ou inégale. Quand elle est très inégale et que le produit le plus petit est plus simple, moins complet, que le grand, on dit qu'il y a bourgeonnement.(1)

Dans le cas où le corps entier ou presque entier se résout en bourgeons, le reste (s'il existe) cessant de vivre, il y a sporulation et les bourgeons prennent le nom de spores.(2)

Elles sont souvent munies d'un flagelle. Mais on donne aussi le nom de spore (et c'est le sens primitif) à des cellules reproductrices pourvues d'une enveloppe résistante (sporocyste). Dans ce cas la jeune spore, encore sans enveloppe, s'appelle sporoblaste.

Normalement le noyau se divise d'abord. Si le protoplasma ne suit pas immédiatement ce mouvement, il se forme des êtres plurinucléés, dits plasmodes. Ceux-ci peuvent se recouper ensuite à intervalles variés, en fragments plurinucléés: il y a plasmotomie. Ou bien tout le plasmode se résout d'un seul coup en cellules uninucléées: Il y a division multiple.

---

(1) (Minchin, Introduction p. 122.)

(2) (Minchin, ibidem.)

La division nucléaire a lieu suivant des modes bien plus variés que chez les Métazoaires.

Il y a parfois amitose ou division directe : c'est le cas normal du macronucléus des Infusoires.

Le plus souvent il y a mitose et on observe une série de modes de transition entre l'amitose et la mitose parfaite des Métazoaires.

Chatton [1] a groupé tous ces modes sous trois chefs:

§ 1. — Promitose. [2] Le noyau possède un gros caryosome et peu de chromatine périphérique. Le caryosome persiste et se divise par étranglement en deux corps polaires chromatiques. Le centriole, quand il existe, est, et reste, intranucléaire. La membrane nucléaire persiste.

§ 2. — Mésomitose. [3] Le caryosome disparait à la division, le centriole est encore intranucléaire, la membrane persiste.

§ 3. — Métamitose. [4] C'est la mitose proprement dite avec centriole extranucléaire et où la membrane disparait à la division.

Dangeard [5] distingue outre l'amitose, l'haplomitose (voir plus loin) et la téléomitose (Τέλεος, dernier) ou mitose proprement dite, caractérisée par l'existence de chromosomes vrais [6]. Nous adopterons la classification de Chatton et d'Alexeieff, tout en remarquant qu'elle accorde une importance peut être trop grande à la membrane nucléaire.

---

(1) (A.Z.E. (5), V, 1910, p. 267.).
(2) Le nom est de Nägler, (A. Prot. XV. 1909, p. 46).
(3) (Chatton ibid. p. 290.).
(4) (Chatton ibid.).
(5) (Le Bot. VIII, 1901, p. 339.).
(6) (Le Bot. XI, 1910, p. 249 et VIII, 1901, p. 342.).

Mais il existe un très grand nombre de variétés de ces trois modes fondamentaux et certains ont reçu des noms particuliers [1]. Passons en revue les principaux :

I Promitose

a - Protomitose [2]. - Il y a un caryosome (formé d'un réseau serré de linine portant de nombreux grains de chromatine), et de la chromatine périphérique disposée sur un réseau de linine plus lâche (fig. 15 a). Le caryosome s'étire et s'étrangle (asymétriquement d'après Gläser [3] chez Amœba tachypodia (c)). La linine périphérique se dispose en fibres grossières qui sont peut être de simples alvéoles allongés par étirement. Les grains de chromatine périphérique sont répartis sans ordre sur ces fibres et ne se disposent pas en plaques équatoriales.

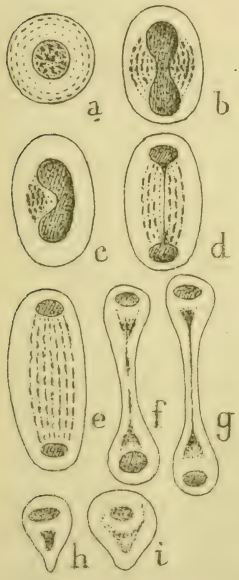


Fig. 15. Protomitose.

Le caryosome se divise en deux masses polaires très riches en chromatine (d. e). L'ensemble du noyau s'étrangle (f). La chromatine périphérique s'agglomère avec la linine qui la porte en une masse intermédiaire qui, à son tour, s'étire (g) et se coupe en même temps que la membrane nucléaire, qui persiste (h). Chacun des noyaux-filles se réorganise, le corps intermédiaire redonnant la chromatine périphérique (i).

Exemples : Amœba diploidea. H et N d'après Alexeieff [4], Amœba tachypodia Gl. d'ap. Gläser [5]

b - Crypto-haplomitose [6]. - Il y a un gros caryosome et peu de chromatine périphérique. Mais lors de la division, il se détache de la chromatine du caryosome qui se joint à la périphérique.

---

(1). Alexeieff, (A. Prot XXIX, 1913, p. 344.) distingue 5 types de mitose : promitose, haplomitose, mésomitose, paramitose, panmitose. Il y ajoute la cyclomitose ou mitose multiple.
(2). Alexeieff, (Bull. S. Z. F. 1912. p. 63).
(3). (A. Prot. XXV, 1912, p. 67).
(4). (Bull. S. Z. F. 1912, p. 63).
(5). (A. Prot XXV, p. 67).
(6). (Alexeieff. C. R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 614.)

Fig.16.
Crypto-Haplomitose

Le caryosome s'étrangle et se coupe. La chromatine périphérique gagne les pôles de la figure de division avant les moitiés du caryosome (qui représentent les corps polaires du cas précédent, mais ne sont pas en réalité polaires).

C'est une variété imparfaite du mode suivant.

Exemples : Euglenopsis vorax Klebs, Scytomonas paramoecium, Chlamydophrys stercorea.

c. – Haplomitose.[1] Le noyau comprend, outre un gros caryosome, un spirème ou filament pelotonné décrivant des replis (chromospires)[2] d'ordinaire disposés radiairement autour du caryosome et souvent formés d'un chapelet de grains chromatiques (fig. 17).

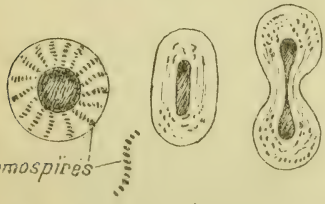


Fig.17. Haplomitose.

La division se fait comme précédemment par étirement du caryosome pendant que les chromospires du spirème se placent parallèlement, se coupent en deux transversalement et se portent aux pôles de la figure de division, avant les deux moitiés du caryosome. Les fibres de linine sont peu nettes. Exemple : Coccidium Schubergi ; Trypanosoma Brucei[3]

Fig.18. Haplomitose des Eugléniens.
(Im. Dangeard, le Bot. VIII. 1901. p. 334, 336)

(1) (ἁπλόος, simple ; le nom est de Dangeard, Le Bot. VIII, 1901, p. 99 et 339.)

(2) (σπεῖρα, repli ; Dangeard, ibid, p. 131, 331

(3) (Alexeieff. A.Z.E. p. XXX, fig. I. 15, (5), IK, 1912).

C'est le mode de division caractéristique des Eugléniens et c'est pour eux que Dangeard[1] a créé le terme d'haplomitose. Mais ici et chez quelques autres, le caryosome en s'étirant va toucher la membrane nucléaire et la repousse; les chromospires suivent alors le mouvement au lieu de paraître le précéder. La membrane disparaîtrait souvent.[2]

Dans tous ces modes, il n'y a pas encore de plaque équatoriale différenciée. Elle caractérise au contraire la promitose proprement dite.

d - Promitose sensu stricto.[3] - Le noyau est un protocaryon typique c'est-à-dire qu'il y a un caryosome portant la majorité[4] de la chromatine du noyau.

Il est probable que quand il n'y a pas de chromatine périphérique visible, c'est qu'elle est à l'état d'oxychromatine, non colorable par les réactifs ordinaires de la chromatine.

Le caryosome s'étire en haltère, en même temps que le réseau de linine périphérique allonge ses alvéoles, donnant naissance à des fibres fusoriales plus ou moins nettes. La chromatine périphérique dispose ses grains en une plaque équatoriale bien définie, mais dont les grains chromatiques ne constituent pas nécessairement des chromosomes bien individualisés et en nombre constant. Une partie de la chromatine périphérique, et par suite, de la plaque équatoriale, provient parfois du caryosome, soit avant, soit même pendant la division. Il n'y a donc pas une distinction absolue entre la chromatine du caryosome et celle

---

(1) (le Bot. VIII, 1901, p. 333 et 342)
(2) (Dangeard. ibid., p. 337)
(3) (Nägler. A. Prot. XV, 1909, p. 46.)
(4) (ou même la totalité: Amoeba Hartmanni Nägler.)

du réseau périphérique.[1]

La plaque équatoriale se scinde en deux plaques-filles qui se portent vers les corps polaires, puis il y a étranglement du noyau tout entier.

On a trouvé dans le caryosome de plusieurs formes un centriole qui s'étrangle en haltère, puis forme deux grains réunis quelque temps par un filament (centrodesmose).

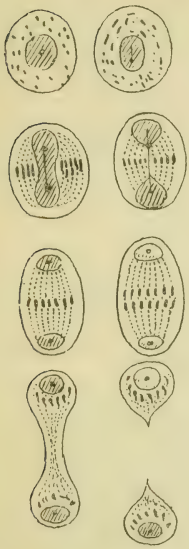


Fig. 19. Promitose

Exemples: Amibes du groupe limax, formant le genre Vahlkampfia Chatton et Bonnaire Amœba verrucosa Ehrbg. d'après Gläser[2], Arcella vulgaris Ehrbg. d'après Alexeieff.[3]

La promitose typique co-existe avec la protomitose chez Amœba diplomitotica Aragão[4] qui doit son nom à l'existence de deux types de mitose.

Tous ces modes constituent des variétés de la promitose, qui est ainsi caractérisée par la persistance de la membrane et du caryosome et par la formation de deux gros corps polaires chromatiques.

§ 2. - Mésomitose

a. - Paratinomitose.[5] - Caryosome pauvre en chromatine; beaucoup de chromatine périphérique. Mais les variations cycliques changent sans cesse ces rapports. Le caryosome commence à perdre de son importance.

---

(1) La plaque équatoriale peut aussi être formée d'oxychromatine (Amœba mucicola, Chatton: A.Z.E. 1910, (5) V p. 256)

(2) 1912 (A. Prot. XXV, p. 60)

(3) (A. Prot. XXIX, 1913. p. 346)

(4) (Mem. Cruz. I, 1904, p. 33)

(5) (Alexeieff, Bull. S.Z.F. XXXVII, 1912, p. 67)

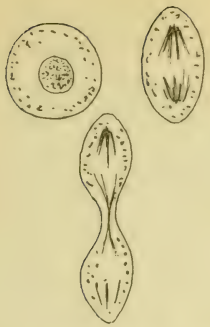


Fig.20. Paratinomitose.

La division a lieu par simple étirement de toutes les parties, la linine du caryosome formant des fibres, peu nettes et souvent imprégnées de chromatine, mais qui suffisent à distinguer ce mode de division d'une simple amitose. Un centriole a été vu chez Amœba ranarum Grassi, par Chatton.[1]

Exemples : certaines Amibes parasites de Vertébrés, du genre Löschia Chatton et Bournaire, Opalina saturnalis Léger et Duboscq.

b. - Paramitose. - (Alexeieff, Bull. S.Z.F. XXXVII, p.67). Variété plus parfaite du mode précédent, n'en différant que par la production de chromosomes définis, lors de la division. Caryosome très transitoire ou absent. Une partie de la chromatine se dispose sur un filament de linine qui se coupe en chromosomes. Ceux-ci gagnent les pôles sans se dédoubler. Il n'y a pas de fuseau achromatique.

La chromatine périphérique est répartie uniformément entre les deux moitiés du noyau. Il existe un centriole chez Amœba blattae (gamogonie).

Fig.21. Paramitose.

c. - Rhéomitose.[2] Un gros caryosome riche en chromatine et un centriole, qui se divise. Ses deux moitiés sortent du caryosome.

Celui-ci s'aplatit en plaque équatoriale massive dans laquelle vient se confondre toute la chromatine du noyau. La linine périphérique forme des fibres fusoriales peu nettes. Ensuite la substance de la plaque s'écoule (ῥέω) suivant la centrodesmose et les fibres fusoriales vers les centrioles sans former de chromosomes distincts. Ce mode serait limité au genre Malpighiella.[3]

---

(1) (A.Z.E. (5), V, 1910, p.287)
(2) Alexeieff. (Bull. S.Z.F. 1912, p.69)
(3) Minchin. Festschrift. R. Hertwig, 1910, I)

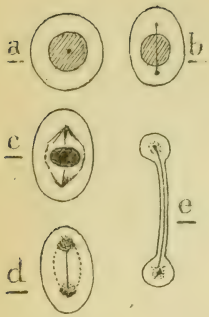


Fig. 22. Rhéomitose.
(Im. Alexeieff.)

d.- Mésomitose s. str.- Typiquement il existe un caryosome de petite taille, assez pauvre en chromatine et contenant un centriole. A la division, le caryosome se gonfle; sa chromatine se confond avec la périphérique. Le centriole se divise et ses deux moitiés sortent du caryosome. Toute la chromatine du noyau passe dans la plaque équatoriale, qui est formée de chromosomes plus ou moins nets. A ce stade la figure de division ressemble tout-à-fait à une mitose typique, sauf qu'elle est contenue dans la membrane nucléaire qui persiste. La plaque équatoriale se clive et ses deux moitiés se portent vers les pôles. La membrane se divise par étranglement.

Exemple : Amœba (Hartmannella) hyalina Dangeard, d'après Hartmann et Chagas[1].

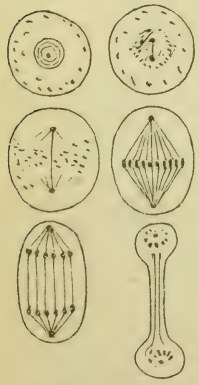


Fig. 23. Mésomitose.

Amœba vespertilio Penard d'après Doflein[2] montre un mode encore imparfait de mésomitose. Le caryosome forme un fuseau complet, entouré de la région périphérique encore peu modifiée : on croirait voir une division mitotique du caryosome et une division amitotique de la région périphérique.

Mais toute la chromatine du noyau passe ensuite dans la plaque équatoriale et on rentre dans le mode typique.

Chez Euglypha alveolata d'après Schewiakoff[3] il n'y a plus de caryosome ni de centrioles : les pôles du fuseau sont occupés par des boutons achromatiques dont on ne connait pas l'origine. A part cela tout est identique à une mitose typique de Métazoaire ; mais la membrane persiste toujours. Le micronu-

(1) (Mem. Cruz. 1910, II, p. 161)
(2) (A. Prot. Suppl. I, 1907, p. 273)
(3) (Morph. Jahrb. XIII, 1888, p 193)

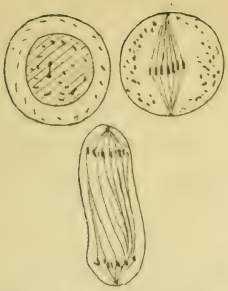


Fig.24. Mésomitose de A. vespertilio.

Fig.25. Mésomitose de Euglypha alveolata Duj.

cléus des Infusoires a une mitose analogue.

e.- Panmitose (1) Il ne parait pas y avoir de centrioles d'ordinaire. Toute la chromatine du noyau prend encore part à la formation des chromosomes; mais le fuseau a la forme d'un tonnelet. Exemple Cochliopodium bilimbosum Auerbach, d'après Alexeieff (2), Plasmodium vivax d'après Schaudinn, Trichosphærium Sieboldi, d'après Schaudinn, etc.

D'autres fois il semble y avoir plusieurs centrioles aux bases du tonnelet (Chilomonas

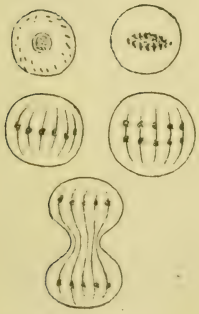


Fig.26. Panmitose (Eurypanmitose)

Fig.27. Monopanmitose.

(1) Alexeieff (A.Z.E. (5), VI, 1911, p.523; Bull S.Z.F. 1912, p.62.).
Alexeieff (A. Prot. XXIX, 1913, p.353) qualifie de eurypanmitose ce mode de division et en distingue une monopanmitose (p.351) qui parait très différente et semblerait plutôt se rapprocher de l'haplomitose : toute la chromatine forme des chromosomes plus ou moins nets qui se partagent en deux groupes, entre lesquels est tendue une seule fibre fusoriale. Exemple : Cryptobia Dahli Möbius, Hexamitus intestinalis Duyardin et beaucoup d'autres Flagellates.

(2) (Bull. S.Z.F. 1912, p.63)

paramœcium). Pourtant Alexeieff[1] ne croit pas que ce soient des centrioles.

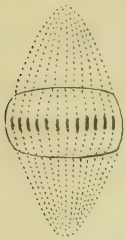


Fig. 28. Panmitose de Actinosphærium Eichhorni.

Fig. 29. Promitose de Amœba verrucosa.

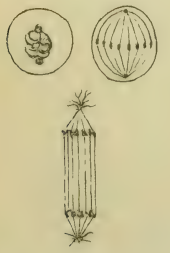


Fig. 30. Métamitose de Mastigella vitrea.

§ 3. – Métamitose.

C'est la mitose vraie, avec centres extranucléaires et disparition de la membrane pendant la division.

Notons que cette disparition de la membrane nucléaire n'est pas indispensable pour que le noyau agisse sur le cytoplasma. Ainsi chez Actinosphærium Eichhorni, Hertwig[2] voit, lors d'une panmitose, le cytoplasma former deux cônes prolongeant les fibres du fuseau nucléaire. Chez Amœba verrucosa, Gläser[3] dessine lors d'une promitose des radiations du cytoplasma en face des corps polaires.

On observe une série de modes intermédiaires entre la mésomitose et la métamitose vraie.

Ainsi chez Mastigella vitrea, Goldschmidt[4] voit sortir d'un caryosome deux centrioles chromatiques et se former un fuseau normal dans la membrane : il s'agit donc d'une mésomitose. Mais à l'anaphase, lors de la séparation des deux plaques équatoriales-filles, la membrane disparait et les asters rayonnent dans le cytoplasma : la mitose est devenue une métamitose.

---

(1) (A.Z.E. (5) VI, 1911, p. 522)
(2) (Abh. Bayer. Ak. XIX, 1898, p. 631)
(3) (A. Prot. XXV. 1912, p. 63, pl. IV, fig. 20-24)
(4) (A. Prot. 1907. Supp. p. 123)

Chez Myxobolus Pfeifferi[1] on voit le centriole, sorti du caryosome, se diviser et prendre les deux pôles d'un fuseau. A ce moment la membrane disparait, la chromatine périphérique forme une plaque équatoriale, et le caryosome est rejeté dans le cytoplasma où il se dissout, comme un nucléole dans une division normale.

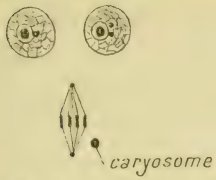


Fig. 31. Métamitose de Myxobolus Pfeifferi. (Im. Keysselitz)

Chez Centropyxis aculeata[2], il n'y a pas de caryosome. A la division, il apparait au centre du noyau un centriole entouré de radiations. La membrane disparait de très bonne heure et il se forme une métamitose typique, mais à la fin de la division, les centrioles-filles sont cernés par les plaques équatoriales-filles et se trouvent enfermés dans les nouveaux noyaux où, au repos, ils disparaissent. Ici donc il y a bien métamitose, car la membrane disparait de bonne heure, mais le centriole est, à l'origine, intranucléaire.

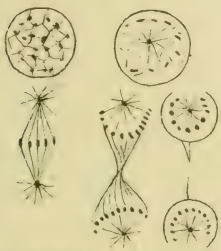


Fig. 32. Métamitose de Centropyxis aculeata. (Im. Doflein)

Enfin chez Acanthocystis (fig. 13) où le centriole joue le rôle de grain central, il agit à la division comme un centrosome typique de Métazoaire. Et cependant on sait que, lors du bourgeonnement, il est sorti, lui aussi, du caryosome du noyau.

La mitose multiple est fréquente et présente aussi des modes variés. Le plus normal est une mitose multipolaire ordinaire. Exemple: Aggregata Légeri Moroff.[3]

Enfin on a décrit encore un autre mode de reproduction asexuée des Protozoaires se rapprochant de la division: il s'agit d'une sorte de pulvérisation du noyau, qui se résoudrait en grains chromatiques ou chromidies aux dépens desquels se reconstitueraient des noyaux-filles.

---

(1) Keysselitz (A. Prot. XI, 1908, p. 254)

(2) Doflein, Lehrbuch, p 166, d'après dessins posthumes de Schaudinn.

(3) Moroff. (A. Prot. XI, p. 40). C'est la polymitose ou cyclomitose s. str. d'Alexeieff (A. Prot. XXIX, 1913, p. 356) qu'il distingue de la polyhéomitose des Foraminifères.

§ 4. _ Chromidies.

Il ne faut pas confondre les grains de chromatine contenus dans le cytoplasma avec les grains de volutine décrits par A. Meyer [1] chez Spirillum volutans mais retrouvés depuis chez beaucoup de Protozoaires, et dont les réactions sont très voisines de celles de la chromatine. Babès [2] et Guilliermond [3] appellent cette substance corps métachromatique. D'après Reichenow [4] ce serait une combinaison d'acide nucléique, servant de réserve pour la formation de la chromatine du noyau.

Richard Hertwig [5] a donné le nom de chromidies à des émissions de matière chromatique sortant du noyau. Très souvent elles dégénèrent et servent seulement à la nutrition du cytoplasma : ce sont alors des trophochromidies. [6]

Mais R. Hertwig [7] et Schaudinn [8] ont appliqué le même nom a des granulations chromatiques, coexistant normalement avec le noyau chez beaucoup d'Amœbiens testacés par exemple, et ont admis que les noyaux reproducteurs se formaient par concentration de ces grains, tandis que le noyau vrai dégénérait. Il s'agirait donc là de chromidies génératives, ou caryogènes. Goldschmidt [9] propose pour ces chromidies le nom de sporéties (sporetium) et Mesnil [10] celui d'idiochromidies. Elles sont sou-

---

(1) (Praktikum Bakterienkunde, Jena (1903))
(2) (Zeitschr. Hygiene XX, 1895)
(3) (A. Prot. XIX, 1911, p. 290.)
(4) (A. Prot. XX, 1910, p. 330)
(5) (A. Prot. I, 1902, p. 4)
(6) (Mesnil, Bull. Pasteur III, 1905, p. 313)
(7) (L. C. p. 8)
(8) (Arb. Gesundh. XX, 1903, p. 547)
(9) (A. Prot. V. 1904, p. 141)
(10) (Bull. Pasteur III, 1905, p. 314)

vent disposées en un réseau qui prend le nom de chromidium.

Ajoutons que ce même nom de chromidies a encore été appliqué au noyau diffus des Bactériacées et des Cyanophycées, et même par Goldschmidt [1] et Méthodi Popoff [2] à des granulations de certaines cellules de Métazoaires, dont ils admettent l'origine nucléaire, mais qui doivent se confondre avec des Mitochondries, et dont l'origine nucléaire est plus que douteuse.

Quoi qu'il en soit, d'après beaucoup d'auteurs, il existerait chez bon nombre de Protozoaires un mode de multiplication spécial et d'apparence très primitive [3]: la construction de toutes pièces de noyaux, aux dépens de grains chromatiques épars dans le protoplasma. Cette conception serait très intéressante, car elle permettrait de comprendre la façon dont le noyau a pu se former à l'origine, mais elle est fortement battue en brèche aujourd'hui, et beaucoup d'exemples de cette naissance directe, sorte de génération spontanée de noyaux, ont été reconnus controuvés. Il en est ainsi notamment dans l'espèce même qui a servi de type pour ce mode de formation, Arcella vulgaris [4].

Rien ne ressemble plus à des chromidies disséminées dans le protoplasma, dit Dangeard, [5] qu'un grand nombre de petits noyaux en mitose simultanée.

D'autre part une confusion a pu se produire souvent avec la destruction du noyau par des pa zsités intranucléaires, tels que la Chytridinée Nucleophaga [6]

Hartmann [7] a cherché à expliquer cette apparence de re-

---

(1) (Zool. Jahrb. Anat. XXI, 1904, p. 44)

(2) (A. Mikr. Anat. LXX; 1907, p. 69)

(3) (Averinzew (A. Prot. XVIII, 1909, p. 37) et Dobell (Q.J, micr. Sci. LIII, 1909, p. 305) croient pourtant ce mode acquis secondairement

(4) Dangeard (Le Bot. XI, 1910, p 77, 89, 97, etc).

(5) (Le Bot. XI, 1910, p. 238)

(6) Dangeard (Le Bot. IV, 1894-95, p. 202)

(7) (Biol. Centralbl. XXIX, 1909, p. 481 et 491)

construction par la notion de noyaux polyénergides. Sachs avait appelé cellule polyénergide une cellule à plusieurs noyaux. Certains Protozoaires sont dans ce cas, et on observe alors souvent qu'un pareil être polyénergide se résout brusquement, par division multiple, en autant d'êtres indépendants qu'il y avait de noyaux: les énergides se sont séparés en cellules-individus.

Or, il y a aussi des cas de division nucléaire multiple, où le noyau se résout brusquement en un grand nombre d'autres noyaux: dans ce cas le noyau primitif en valait plusieurs: il était, dit Hartmann, polyénergide.

Cela est très visible chez Adelea, par exemple[1]. Ici le caryosome du noyau se divise. Quelquefois le noyau tout entier se divise à son tour; mais d'ordinaire les caryosomes-filles continuent à se multiplier dans la membrane nucléaire indivise (fig. 33, 1-3). Puis, le noyau tout entier se résout d'un seul coup en autant de noyaux qu'il y avait de caryosomes (fig. 33, 4). Il est donc bien clair que le noyau primitif avait la valeur de plusieurs noyaux: c'était un noyau polyénergide, un polycaryon. Et il en est évidemment de même quand un noyau pourvu d'un seul caryosome, se divise brusquement en plusieurs autres.

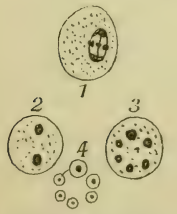


Fig. 33. Division du caryosome dans un noyau polyénergide de Adelea (Im. Jollos)

Le noyau géant à très nombreux chromosomes des Radiolaires est aussi polyénergide.

En effet, lors de la formation des cellules reproductrices de Chalassicolla, la plupart des chromosomes sortent du noyau avec des centrioles, puis dans le cytoplasma se reconstituent de

(1) Jollos (A. Prot. XV, 1909, p. 253)

nombreux petits noyaux, comprenant chacun un centriole et 10 à 12 chromosomes.

Or, chez un genre voisin, Physematium, ces chromosomes, quand ils sont sortis du gros noyau, prennent tout à fait l'aspect d'un réseau de chromidies. Seulement on y trouve encore des centrioles qui se divisent en haltère. Ici ces soi-disant chromidies sont donc nettement de petits noyaux, sans membrane, et partiellement confondus, mais qui, à la périphérie de la cellule, se munissent d'une membrane et s'isolent les uns des autres. Ainsi les éléments momentanément confondus, issus d'un noyau polyénergide, peuvent avoir l'apparence de chromidies génératives et la séparation de ces noyaux en apparence confondus pourrait faire croire à la construction de toutes pièces de noyaux, aux dépens de grains chromidiaux.

Dans cette conception les chromidies seraient, en somme, des noyaux sans membrane et, par suite, difficiles à distinguer les uns des autres.

Il est bien probable que la membrane nucléaire n'a, dans la réalité pas plus d'importance que la membrane cellulaire. Elle est, en effet, d'ordinaire d'une minceur extrême, presque virtuelle; elle peut disparaître pendant la mitose à des moments très variés; elle peut aussi enclore des choses différentes: dans la promitose et la mésomitose elle enferme le centriole; celui-ci en sort dans la métamitose, ou même reste toujours en dehors d'elle, cas habituel des Métazoaires. Et pourtant, dans l'une des variétés d'Ascaris megalocephala, le centre est à l'intérieur du noyau, dans l'autre il est toujours en dehors. Chez certains Radiolaires le noyau peut arriver à contenir une coque squelettique (Actinomma asteracanthion). Il est donc probable que la membrane nucléaire est, en somme, contingente. Le noyau, selon le mot de Carnoy, est la demeure des chromosomes: Il n'est pas impossible qu'à certains moments au moins, les chromosomes n'aient pas de demeure.

3e Z.

2° Reproduction sexuée.

Sporogonie (Schaudinn) ou gamogonie (Hartmann).

Indépendamment de la reproduction asexuée, il existe fréquemment chez les Protozoaires une reproduction sexuée, c'est-à-dire exigeant le concours de deux individus.

On appelle conjugaison la fusion de deux individus aptes à se reproduire sexuellement et gamètes les cellules qui se fusionnent, cellules qui ont naturellement ici la valeur d'individus. Les individus incapables de se reproduire sexuellement peuvent être appelés avec Schaudinn schizontes ou avec Hartmann agamontes; les produits de leur division sont des mérozoïtes (Simond) des agamètes (Hartmann) ou des schizozoïtes (Léger).

On distingue la conjugaison totale (Kopulation des auteurs allemands), où il y a fusion totale et définitive des deux gamètes, et la conjugaison partielle (ou conjugaison proprement dite), dans laquelle les gamètes se rapprochent, échangent un fragment de noyau et se séparent ensuite: ce mode est caractéristique des Infusoires.

La conjugaison totale est égale, quand les deux gamètes sont semblables: on dit alors qu'il y a isogamie et les gamètes sont appelés isogamètes; ou bien elle est inégale: il y a alors anisogamie et on distingue un macrogamète et un microgamète. Il y a bien entendu de nombreux modes intermédiaires entre l'isogamie et l'anisogamie. La cellule résultant de la conjugaison totale est appelée copula (Schaudinn) ou zygote (Hartmann).

Quand il y a intérêt à distinguer les cellules-mères des gamètes, on les appelle gamétocytes: il y a donc des macrogamétocytes et des microgamétocytes. Les individus

capables de devenir des gamétocytes ont été appelés par Schaudinn sporontes, par Hartmann gamontes. L'individu adulte qui se nourrit sans se reproduire encore est appelé trophozoïte.

Il faut distinguer soigneusement du processus sexuel, caractérisé par la fusion des noyaux (caryogamie) en un noyau unique (syncaryon), la simple fusion du protoplasma de deux individus (plastogamie) amenant la production de plasmodies, ou encore l'agglomération de certains Protozoaires (Trypanosomes, par ex.) par une substance collante, sous l'action de conditions défavorables.

Il est possible d'ailleurs que bien des cas de plastogamie, ou même des cas décrits comme des conjugaisons soient seulement de pareils phénomènes d'agglutination, dus à des circonstances défavorables (1)

On sait que normalement les noyaux des gamètes subissent chez les Métazoaires une réduction chromatique: deux mitoses successives dites de maturation ont pour résultat la réduction à la moitié du nombre des chromosomes dans les noyaux destinés à la conjugaison.

Dans certains cas une pareille réduction a été observée chez les Protozoaires, mais elle est d'ordinaire bien moins nette, car il existe rarement des chromosomes bien individualisés et en nombre déterminable. Le plus souvent on observe seulement le rejet d'une partie de la chromatine du noyau.

Si réellement de petits noyaux peuvent se construire aux dépens de chromidies, comme celles-ci ne sont jamais toutes employées, il est possible que ce processus équivale à

---

(1) (Opalines privées d'oxygène d'après Pütter (Zeits. allg. Physiol. V, 1905, p. 582)

l'abandon d'une grande quantité de chromatine. Mais beaucoup d'auteurs [1] ne veulent voir dans cette élimination que le rejet de chromidies purement végétatives comparable par exemple à ce qui a lieu dans les cellules somatiques d'Ascaris [2] et non une réduction de la chromatine générative.

Il y a pourtant un assez bon nombre de cas où on observe deux divisions successives accompagnant la différenciation des gamètes, et souvent trois des produits de ces divisions dégénèrent, comme les globules polaires des Métazoaires. Schaudinn a décrit cela, par exemple chez l'Hélio zoaires Actinophrys [3] mais on ne sait si dans ce cas il y a réduction du nombre des chromosomes.

Les deux divisions successives du noyau sont encore plus nettes chez les Infusoires et là il parait bien démontré que le nombre des chromosomes est divisé par 2. Ainsi chez Anoplophrya branchiarum, d'après Collin [4] il y a nettement réduction de 6 chromosomes à 3, lors de la 2ème division de maturation.

Le croisement, c'est-à-dire la conjugaison entre descendants de lignées différentes, paraît être souvent nécessaire, mais probablement pas toujours.

L'extrême inverse du croisement serait l'autogamie, c'est-à-dire la conjugaison de deux noyaux proches parents (frères par exemple, en tous cas descendus d'un ancêtre commun), dans la même cellule. Nous en décrirons quelques exemples [5], mais l'existence même de l'autogamie

---

(1) p. ex. Minchin, (Introd. 1912, p. 142)

(2) Boveri, (Anat. Anz. II, 1887)

(3) (ap. Doflein Lehrbuch p. 174, note)

(4) (A.Z.E. (5), I, 1909, p. 358.)

(5) (voir Hartmann, A. Prot, XIV, 1909, p. 264.)

ainsi entendue est devenue douteuse chez les Protozoaires, car beaucoup de cas où ce procédés avait été décrit ont été reconnus controuvés.

Ainsi Hartmann a reconnu[1] comme un phénomène de dégénérescence l'autogamie qu'il avait décrite lui même chez Amœba tetragena. Il pourrait en être de même pour celle qui aurait été constatée sur le vivant chez Trichomonas lacertæ[2]

---

(1) (A. Prot. XXIV, 1912, p. 163).

(2) (Arb. Gesundh. XXI, p 16. 18)

2ème Partie

Classification

Nous avons déja indiqué les quatre grandes classes des Protozoaires généralement admises :

1° Rhizopoda, pourvus de pseudopodes à l'état adulte.

2° Sporozoa, parasités et dépourvus d'organelles de propulsion

3° Flagellata, pourvus de flagelles.

4° Infusoria (ou Ciliata), pourvus de cils.

Doflein [1] réunit les trois premières classes et divise les Protozoaires en deux sous-embranchements :

1° Plasmodroma Doflein, dépourvus de cils, mais pouvant posséder des pseudopodes ou des flagelles. S'il y a reproduction sexuée, elle a lieu par conjugaison totale. Le nom veut dire [2]

---

(1) (Die Protozoen als Krankheitserreger, Jena 1901, et A. Prot. I, 1902, p. 171.)

(2) (πλάσμα, protoplasme; δρόμος, course.)

que les organelles de mouvement sont des parties du plasma, qui souvent peuvent y rentrer et s'y fondre, (mais Doflein reconnait que les cils sont aussi des organelles plasmatiques).

Ils se subdivisent en 3 classes: Rhizopoda, Sporozoa, Flagellata.

2° Ciliophora : des cils (au moins à une certaine période du développement); conjugaison partielle par échange d'un demi noyau; d'ordinaire deux noyaux de valeur différente, l'un végétatif, l'autre reproducteur.

Une seule classe : Infusoria.

---

1. Sous embranchement Plasmodroma Doflein.

1ère classe

Rhizopoda Dujardin 1835 (1)

Bütschli (2) remplace ce nom par celui de Sarkodina (de Hertwig et Lesser, 1864, mais avec extension différente), et conserve le nom de Rhizopodes seulement pour l'ensemble des 4 premières classes (Protéomyxées, Mycétozoaires, Amoebiens lobés et Amoebiens réticulés.)

Ce sont les Protozoaires à pseudopodes. Mais le caractère n'a rien d'absolu : certains Flagellates peuvent émettre des pseudopodes, beaucoup de Rhizopodes ont des flagelles à certains stades.

M.M. Delage et Hérouard (3) divisent les Rhizopodes en six.

---

(1) (ῥιζα, racine, πους, pied)

(2) (Bronn. p. 1)

(3) (Traité I, p. 66)

sous-classes.

1° Protéomyxa, groupe hétérogène, sans caractères propres;

2° Mycetozoa, formant des plasmodies par fusion d'êtres amiboïdes;

3° Amœbina ou Lobosa : pseudopodes lobés, non anastomosables;

4° Reticulosa ou Foraminifera, pseudopodes anastomosés en réseau

5° Heliozoa, pseudopodes rayonnants, à axostyle;

6° Radiolaria, pseudopodes rayonnants, une capsule entourant le noyau.

Nous adopterons en principe cette classification, sauf à la modifier sur des points de détail.

1ère Sous-classe Proteomyxa Lankester.

D'une façon générale ce sont des êtres amiboïdes, sans reproduction sexuée. Doflein (1) en fait un groupe annexe des Rhizopodes.

M. M. Delage et Hérouard les divisent en 3 ordres :

1° Acystosporida, se reproduisant par division, sans s'enkyster;

2° Azoosporida : kystes d'où sortent de petites amibes;

3° Zoosporida : kystes d'où sortent des flagellispores.

---

(1) (Lehrbuch, p. 687).

1er Ordre Acystosporida Delage et Hérouard.

Leur forme est celle d'Amibes à pseudopodes réticulés, ne s'en kystent pas. Hickson (1) les divise en plusieurs groupes. Là prendrait place le plus inférieur de tous les êtres: Bathybius Haeckeli Huxley (2) qui a une histoire curieuse: En 1857, lors des sondages préparatoires à la pose du câble transatlantique, du limon fut pris au fond de la mer et conservé dans de l'alcool. Onze ans plus tard Huxley y découvrit une matière gélatineuse, sans forme propre, sans trace d'organisation, mais contenant des concrétions calcaires, appelées selon leur forme; rhabdolithes, (parfois agglomérés en rhabdosphères) et coccolithes (parfois en coccosphères). Huxley admit que c'était une masse protoplasmique encore dépourvue de noyaux, formant d'immenses réseaux au fond des océans. Haeckel accepta cette interprétation et reconnut dans cette matière la gelée primitive (Urschleim) de Oken, dont tous les êtres vivants devaient dériver. (3)

Le 23 Juillet 1869 Wyville Thomson et Carpenter observèrent le Bathybius vivant, dans les sondages du "Procupine" au large du golfe de Gascogne (4) et crurent y voir des mouvements. «On put voir, dit Thomson p. 411, ce réseau changer graduellement de forme et les granulations qu'il contient et les corps étrangers changer de position relative» Mais il ne faut pas oublier que cette observation a été faite à bord d'un navire.

Plus tard Bessels en 1872 dans les produits de dragage du "Polaris" dans le Smithsund par 92 brasses, retrouva une gelée semblable mais sans no.

---

(1) (Zoolog. Lankester I, 1, 1909, p. 1.)
(2) (Q. J. micr. Sci. VIII, 1868, p. 210.) (βαθύς, profond; βιόω, je vis.)
(3) (Biolog. studien, Moneren, Leipzig 1870, p. 86, etc. Kosmos, I, etc.)
(4) (W. Thomson, The depth of the sea, 1873, p. 95-96 et 410-411.)

dules calcaires : c'était donc un être encore plus simple qu'il baptisa Protobathybius Robertsoni.[1]

Mais Wallich reconnut[2] que bon nombre de coccolithes appartenaient à des êtres de surface dont les dépouilles étaient tombées au fond. D'autre part Harting, en précipitant lentement du carbonate de chaux en présence de matières albuminoïdes, obtint des nodules calcaires, analogues à certains coccolithes.

Les naturalistes du " Challenger " pendant toute leur croisière, qui dura deux ans et demi, cherchèrent partout le Bathybius sans le découvrir nulle part ; et Murray remarqua que, dans les bocaux où de la vase était conservée longtemps avec de l'alcool fort, il apparaissait à la surface du limon un précipité gélatineux qui, traité par les réactifs colorants, donnait les apparences décrites par Huxley et Haeckel. L'eau de mer pure, traitée par un grand excès d'alcool, donne aussi un pareil précipité gélatineux, composé de sulfate de chaux.[3] D'autre part Gümbel[4] ne trouva que 3% de matières organiques dans la vase à Bathybius.

A part Haeckel on ne croit plus guère au Bathybius. Même Thomson a renoncé à soutenir son existence comme être vivant.

Là aussi devraient prendre place les Monères de Haeckel, êtres mieux individualisés, mais encore totalement dépourvus de noyau, réduits par conséquent à un globule de matière albuminoïde.[5]

Haeckel en a décrit 7 genres qu'il a groupés ainsi :

1° Gymnomonères (sans kystes) Protamœba, Protogenes, Myxodictyum.

---

(1) (Jena. Z. IX)

(2) (Ann. Nat. Hist. (4), II et VI)

(3) (Murray, (P. Roy. Soc. XXIV, 1876, p. 580), Buchanan, Ibid. p. 635); Challenger, Narrative, I, -1, p. XLV, et I-2, p. 939).

(4) (Neues Jahrb. Mineralogie. 1870).

(5) (Haeckel Generelle Morphologie, Berlin 1866; Jena Z. IV, 1867 et XI, 1877; Biologische Studien, Moneren, Leipzig, 1870.)

2° Lepomonères (avec kystes) : Protomonas, Protomyxa, Myxastrum, Vampyrella, tous avec une seule espèce, sauf le dernier.

Après Haeckel, d'autres auteurs en décrivirent de nouvelles et il y en eut jusqu'à 27 genres.(1)

Mais depuis lors on a découvert des noyaux à la plupart de ces êtres. Le noyau est connu depuis longtemps par exemple chez Vampyrella qui est le type de l'ordre suivant, les Azoosporida.

Schepotieff (2) a repris récemment à Naples l'étude de ces êtres.

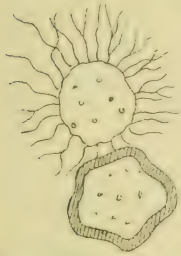


Fig. 34 Protogenes primordialis, libre et enkysté (Im. Schepotieff)

Protogenes primordialis Haeckel(3) est une Amibe à pseudopodes réticulés ; elle possède de nombreux noyaux et Schepotieff l'a vue s'enkyster : ce n'est donc pas une Gymnomonère, ni une Acystosporée. Schepotieff propose d'en faire un Amœbien réticulé et de lui donner un nouveau nom, au moins inutile : celui de Haeckelina radiosa.

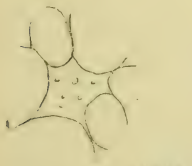


Fig. 35. Protogenes roseus, adulte et spore (Im. Schepotieff)

Protogenes roseus Brinchese 1884 qui vit sur les algues rouges, à Naples notamment, produit aussi des kystes, d'où sortent de petits êtres à pseudopodes rayonnants, à l'aspect de Vampyrelle : c'est d'après Schepotieff une Vampyrellée plurinucléée, pour laquelle il propose le nouveau nom de Vampyrelloïdes roseus.

Gymnophrys cometa Cienkowsky(4)

---

(1) Schepotieff, (Z. Jahrb. Anat. XXXII, 1912, p. 367).

(2) Ibid.

(3) (πρωτογενής, premier-né.

(4) (γυμνός, nu ; ὀφρύς, sourcil, organe cilié).

à deux pseudopodes opposés n'a pas été revue, mais Schepotieff a retrouvé Aletium pyriforme Grinchese qui semble n'en guère différer. Cet être a de nombreux noyaux et forme des kystes dans lesquels les noyaux se multiplient par mitose (on ne sait laquelle), et d'où naissent de petites amibes d'abord uninucléées. Ce seraient pour Schepotieff des Amœbiens lobés.

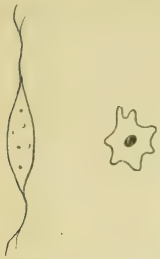


Fig. 36. Aletium pyriforme, adulte et spore. (Im. Schepotieff)

Myxastrum radians Haeckel[1] a encore l'aspect d'une Amibe à longs pseudopodes rayonnants (fig. 37-a), mais peu ou point anastomosés, à nombreux noyaux. Il s'enkyste, se découpe en cellules uninucléées qui s'entourent chacune d'un kyste secondaire (fig. 37-b). Il en sort des jeunes à aspect d'Héliozoaires à pseudopodes en pinceau, rappelant Actinocoma Penard (fig 37-c). D'ailleurs la figure de l'adulte que donne Schepotieff[2] est tout-à-fait celle d'un Héliozoaire avec des pseudopodes à axostyles.

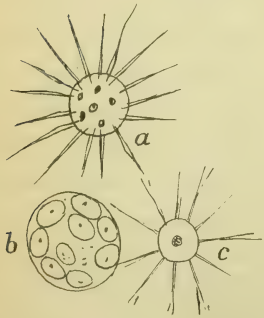


Fig. 37. Myxastrum radians.

Protomyxa auriantiaca[3], décrite par Haeckel en 1870 d'après des spécimens découverts aux Canaries sur des coquilles de Spirule, a été retrouvée par Schepotieff à Naples sur des coquilles mortes d'huitres où elle vit en société, mais sans former de plasmodies. Chaque être a l'aspect d'une grosse Amibe à pseudopodes réticulés, atteignant 2 mm. de diamètre et possédant un seul noyau (fig. 38-a). Il s'enkyste, puis, dit l'auteur, le noyau se vide

---

(1) (μύξα, gelée; στρῶμα, couverture.)
(2) (l. c. pl. XIX, fig 37)
(3) (πρῶτος, premier; μύξα, gelée.)

de sa chromatine (b), qui donne des chromidies (c). Celles-ci s'agglomèreraient par places pour former des noyaux secondaires (d) (nous avons vu que ce processus était suspect à beaucoup d'auteurs). Le protoplasma se découpe ensuite en cellules (e) qui sortent sous forme de gamètes, avec un noyau, un flagelle antérieur et un blépharoplaste (f). Il y a conjugaison égale; le zygote s'enkyste (g) et son noyau se divise d'une façon répétée par mésomitose. Il sort du kyste des sortes de petits Héliozoaires mais à déformation amiboïde, plurinucléés (h), qui ensuite se partagent en autant d'individus qu'il y a de noyaux. Schepotieff fait de cet être un Amœbien réticulé.

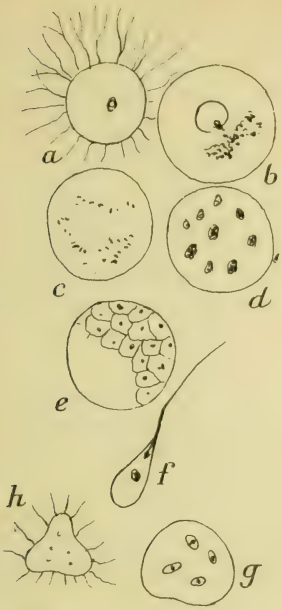


Fig. 38. Protomyxa auriantiaca.

Protamœba Haeckel[1], où Schepotieff n'a trouvé que des chromidies, serait pour lui un stade de développement de Foraminifère.

Myxodictyum Haeckel[2] serait une colonie d'Héliozoaires ou de Amœbiens réticulés: le kyste est inconnu.

Restent, parmi des genres que Delage et Hérouard laissent parmi les Acystosporées:

Boderia Wright, à plusieurs noyaux; cycle inconnu; se rapproche beaucoup de Gymnophrys et peut être classé avec lui.

---

(1) (πρῶτος, premier; ἀμοιβή, changement, amibe.)

(2) (μύξα, gelée; δίκτυον, réseau.)

Pontomyxa Topsent [1], Amibe à corps assez petit et réseau très étendu de pseudopodes d'un beau jaune d'or, atteignant 1cmq et plus. Vit à Banyuls sur Cynthia microcosmus et présente précisément la couleur de l'intérieur de cette Ascidie ; nombreux noyaux, kystes inconnus : doit probablement être rapproché des Amœbiens réticulés.

En somme il n'y a pas de Monères et bien probablement pas d'Acystosporées. En dehors de celles qu'il y a lieu de répartir parmi les autres ordres, il y a avantage à rapprocher les formes en Amibes réticulées, des Foraminifères où nous les retrouverons plus tard.

2ème Ordre (devenu 1er) Azoosporida Delage et Hérouard

(Monadina azoosporida Zopf. [2] Vampyrellées des botanistes)

Amibes à pseudopodes rayonnants, produisant des kystes d'où sortent des Amibes.

Vampyrella Cienkowsky [3] parasite des Algues, d'eau douce ou marine, est une Amibe à ectoplasma hyalin et endoplasme d'ordinaire coloré en rouge par les produits de l'activité de la cellule (notamment destruction de chlorophylle). Pseudopodes fins, rayonnants, rarement ramifiés, donnant un aspect d'Hélio-zoaire ; mais il y a aussi de larges déformations, comme de gros pseudopodes lobés. Un noyau et une vésicule contractile. En moyenne 0mm 5 de diamètre. On a observé des plasmodies formées par fusion de plusieurs individus [4] L'être peut englober des

---

(1) (πόντος, mer : μύξα gelée) (A.Z.E. (3), I, 1893, p. 385).

(2) (Die Pilzthiere oder Schleimpilze, Breslau, 1885, p 97.)

(3) (petit vampyre).

(4) Dangeard (Le Bot. VII, 1900, p 133.)

proies, mais surtout il perce un trou rond dans la membrane d'une cellule végétale, y introduit un gros pseudopode et suce le contenu : une cellule de Spirogyre est vidée en 15-20 minutes (fig. 39).

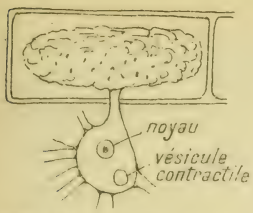


Fig. 39. Vampyrella spirogyræ

Il existe des kystes à plusieurs couches de cellulose, dans lesquels l'être s'enferme après une grande absorption de nourriture.

D'ordinaire il se divise [1] sous un kyste en Amibes, qui percent le kyste et reproduisent directement l'adulte. Pas de processus sexuels connus.

Endyonema Zopf, qui vit dans les Nostoc, est plurinucléé.
Ici se place Protogenes roseus Cienchow., aussi plurinucléé, v. sup.
Haplococcus Zopf. [2] constituant des kystes, découverts dans la viande de porc, n'est pas un animal : il s'agit de spores de Lycopode à l'état d'impuretés dans la viande. Doflein [3] critique Delage et Hérouard qui ont encore admis cet être dans leur traité en 1896. Or M. Léger [4] et Hickson [5] l'admettent encore.

3ème Ordre (devenu 2ème) Zoosporida Delage et Hérouard

[Monadina zoosporida Cienkowsky [6]]

Des kystes sortent des spores flagellées.

Pseudospora Cienk. Petite Amibe à pseudopodes rayon.

---

(1) Par mésomitose (Dangeard. Le Bot. VII, 1900, p. 137) ou même metamitose (p. 139).

(2) (Biol. Contrlbl. III, 1883, n: 22)

(3) (Lehrbuch 1911 p. 689)

(4) (A. Prot. XII, 1908, p. 109)

(5) (Zoology Lankester, 1-1, 1909, p. 12)

(6) (Max Schultze's Arch. I, p. 213.)

nants, noyau et vésicule pulsatile peu active ; d'ordinaire parasite dans la cavité cellulaire d'Algues (fig. 40-a). P. volvocis Cienk. avale les cellules de Volvox. A l'état libre elle peut prendre l'aspect d'Héliozoaire (b) ou d'un être à deux flagelles (c)[1] Elle se divise sous un kyste en Zoospores à deux cils qui vont attaquer une autre Algue et se transforment en adulte.

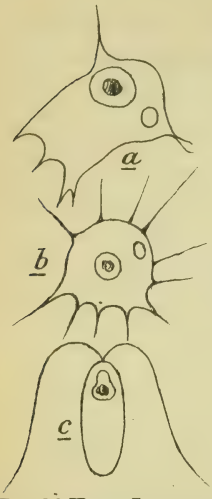


Fig. 40. Pseudospora volvocis.

Miss Robertson a décrit une conjugaison de gamètes à un cil donnant un zygote amiboïde, ce qui éloignerait complètement cet être des Protomyxées. Doflein[2] croit à une erreur d'observation.

Gymnococcus Zopf, forme souvent des plasmodies.

Chlamydomyxa Archer est placée ici par Pénard[3]. C. montana d'eau douce atteint 200 μ. 2-3 gros chloroplastes lui permettent une vie holophytique, mais elle peut aussi capturer des proies avec ses pseudopodes filiformes, ramifiés, rarement anastomosés. Ces pseudopodes portent des renflements qui ont été pris pour des individus amiboïdes et comparés à ceux des Labyrinthulés ; mais ils ne contiennent pas de noyau. Le corps renferme 1 ou 2 vésicules contractiles et jusqu'à cent noyaux. L'être peut s'entourer d'un kyste général, dans lequel il se forme d'ordinaire 20-40 kystes partiels ; tous sont en cellulose. Il en sort des flagellispores.

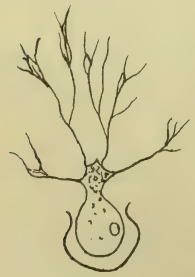


Fig. 41. Chlamydomyxa labyrinthuloïdes Archer.

(1) (Miss Robertson. Q.J. micr. Sci. XLIX, 1905, p. 213)
(2) (Lehrbuch, p. 690.)
(3) (A. Prot. IV. 1904, p. 296)

· Caractères:

Sous-classe I: Proteomyxa : êtres amiboïdes, à pseudopodes souvent anastomosables, sans reproduction sexuée, spores sans paroi résistante.

Ordre I: Azoosporida : des spores amiboïdes,

Ordre II: Zoosporida : des flagellispores.

2ème Sous-classe Mycetozoa de Bary[1]

Longtemps considérés comme des Champignons, et aujourd'hui encore rangés parmi les végétaux par certains auteurs sous le nom de Myxomycètes, ces êtres ont été rapprochés des Rhizopodes par de Bary. Si nous les plaçons avant les Amibes, ce n'est pas qu'on les considère comme moins différenciés, mais à cause de leurs affinités avec les végétaux.

Ce sont des êtres amiboïdes (on les appelle myxamibes pour les distinguer du genre Amibe proprement dit). Ils se fusionnent, à certains stades, en plasmodies, présentent des spores à paroi résistante et presque toujours des phénomènes sexuels.

On peut les diviser en 4 ordres:

1° Phytomyxida; formes parasites de végétaux et quelquefois d'animaux.

2° Pseudoplasmodida; fausses plasmodies formées d'individus non fusionnés,

3° Filoplasmodida; individus fusionnés seulement par leurs pseudopodes,

4° Euplasmodida; plasmodies vraies.

---

(1) (Die Mycetozoa, 1859; Z.W.Z. X, p. 88.)

4e Z.

1er Ordre Phytomyxida Schröter.

Mycétozoaires parasites surtout de végétaux, formant de vraies plasmodies, sans sporanges clos.

Le plus connu est:

Plasmodiophora brassicæ Woronin [1] qui donne la maladie appelée "hernie du chou" sorte de tumeurs de la racine, causées par un accroissement et un foisonnement des cellules du parenchyme cortical.

Des myxamibes de petite taille se multiplient par promitose (fig. 42-a) [2] et forment des plasmodies dans les cellules de l'hôte. Puis les noyaux rejettent des chromidies trophiques (b) laissent apparaître un centriole (c et d) et se divisent deux fois par mésomitose [3] Les plasmodies se découpent alors en autant de myxamibes sans caryosome qu'il y a de noyaux. Ce sont des gamètes (e) qui copulent par isogamie (f). Le zygote s'entoure d'une membrane résistante et constitue une spore (h).

Prowazek croit qu'il y a encore une ou deux divisions réductrices dans un des noyaux du zygote avant sa fusion avec son conjoint dans la spore: il est possible que ce noyau n'ait pas subi auparavant les deux divisions de maturation normales.

La conjugaison paraît donc se faire entre gamètes provenant d'une même plasmodie; mais rien ne démontre que les deux cellules qui se conjuguent descendent bien de la même myxamibe primitive. Prowazek a remarqué en effet la fusion de plusieurs plasmodies après les divisions de ma-

---

(1) (Jahresb. wiss. Botanik. XI, 1877-78)

(2) (Prowazek; Arb. Gesundh. XXII, 1905, p. 398.)

(3) (ibid. p. 402) et pourtant il y a des radiations dans le cytoplasme.

turation.

D'après Woronin, les spores, mises en liberté par la destruction de la cellule-hôte qui pourrit, donnent issue à un pe-

Fig. 42. Plasmodiophora brassicæ, cycle évolutif.
(N, noyau de la cellule-hôte, se divisant en N')

tit myxoflagellé (i) qui va attaquer une autre racine et y devient une myxamibe. Il n'y a donc pas de sporange; cet être ressemble tout à fait à un Sporozoaire et certains auteurs

le placent dans ce groupe.

Ces parasites amènent l'hypertrophie de la cellule-hôte qui continue d'abord à se diviser (N') puis dégénère et se détruit. On ne sait si la myxamibe est capable de passer d'une cellule à une autre ou si toutes les cellules malades voisines ne proviennent pas de la division de la première cellule attaquée.

La déformation causée par ce parasite et par les genres voisins a été comparée aux tumeurs malignes (carcinomes). Podwyssotski (1) a en effet obtenu des tumeurs chez des animaux en leur injectant des spores de Plasmodiophora, mais il y a des différences entre ces productions.

Peltomyces hyalinus Léger (2) qui vit dans les tubes de Malpighi d'un Olocrates abbreviatus, présente un cycle analogue avec un rudiment de sporange.

Sporomyxa scauri Léger (3) dans le corps adipeux d'un autre Cérébrionide, paraît en être voisin.

2ème Ordre Pseudoplasmodida Delage et Hérouard.

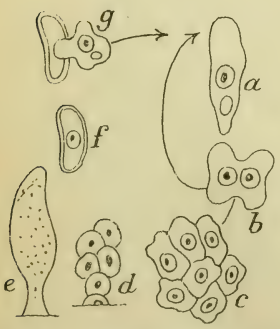


Fig. 43. Guttulina protea (Fayod)
e, ensemble du sore à plus faible grossissement.

(Acrasiexe van Tieghem. Sorophora Zopf (4)). Fausses plasmodies: les myxamibes se rapprochent sans se confondre.

Guttulina Cienkowsky, qui vit sur le crottin de cheval, ou Copromyxa Zopf, sur le bois pourri, sont de petites myxamibes (fig. 43 a) avec noyau et vésicule pulsatile, capables de s'enkyster séparément et de se diviser (b). Puis elles se réunissent à la sur-

(1) (Centrlbl. Bakter XXVII, 1900, p. 97)
(2) (C.R. Ac. Sci. CXLIX, 1909, p. 239)
(3) (A. Prot. XII, 1908, p. 109)
(4) (Die Pilzthiere, Breslau, 1885, p 131.)

face du substratum et s'accolent étroitement, mais sans se fusionner : leurs limites restent visibles. Elles forment ainsi des pseudoplasmodies (c). Ensuite elles grimpent les unes sur les autres (d) de façon à former un corps de forme assez bien définie (e), ici légèrement pédonculé, recouvert d'une couche gélatineuse. Les amibes s'enkystent alors et deviennent des spores (f). Cet amas de spores sans enveloppe commune est un sore (sporange sans paroi). Les spores germent (g) en donnant directement des myxamibes, sans processus sexuels et sans stade myxoflagellé.

Sappinia Dangeard [1] est encore plus simple. C'est une myxamibe binucléée (fig. 44) vivant sur le crottin de Cheval.

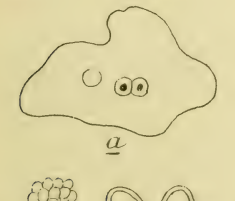


Fig. 44. Sappinia pedata Dangeard
a, adulte ; b, ensemble du sore. c, 3 spores plus grossies.

Dangeard y a décrit un mode particulier de division du noyau qu'il a appelé amitose par cloisonnement, c'est l'apparition brusque d'une cloison entre les deux moitiés du caryosome déjà divisé. Alexeieff [2] paraît avoir bien démontré qu'il n'y a là qu'une apparence, produite par deux noyaux contigus et vus sous différentes incidences.

Les myxamibes se rapprochent, et se groupent pour former des sores très simples : chacune devient une spore pédonculée (c) et leur ensemble simule un appareil sporifère nu (b) ; mais il n'y a aucune adhérence entre elles.

Dictyostelium Brefeld est au contraire plus compliqué. Ici les amibes grimpent encore les unes sur les autres ; mais les inférieures ne forment pas de spores : elles sécrètent autour

---

(1) (Le Bot. V, 1896-97, p. 3.)

(2) (Bull. S.Z.F. XXXVII, 1912, p. 62, fig. III et p. 158.)

d'elles une membrane cellulosique et servent seulement de pédoncule au sore qui est formé par les spores groupées à l'extremité.

Chez Polyspondylium Brefeld, le pédoncule est ramifié et porte plusieurs sores.(1)

Fig. 45. Dictyostelium mucoroïdes. Brefeld

3ème Ordre

Filoplasmodida Delage et Hérouard.

(Labyrinthulida Haeckel. Zopf les réunit aux Acrasiées)

Myxamibes réunies seulement par leurs pseudopodes.

Labyrinthula découverte par Cienkowsky (2) sur des Algues des pilotis du port d'Odessa. Zopf (3) en a découvert deux formes d'eau douce et Dangeard (4) une quatrième également d'eau douce. Chacune comprend une masse centrale de myxamibes serrées; d'où partent des individus de 8-10 μ, dont les pseudopodes filiformes, très fins, forment un réseau lâche sur 1 mmq. environ. Cienkowsky croyait à un vrai réseau pré-existant, sur lequel les amibes se seraient déplacées. C'est Zopf qui a montré la constitution plasmo-

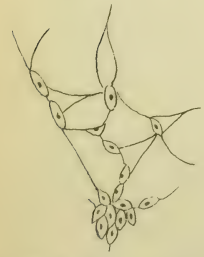


Fig. 46. Labyrinthula Cienkowskii Zopf.

---

(1) (voir la monographie de Olive, P. Boston Soc. XXX, 1902, p. 437)

(2) (M. Schultze's Arch. III, 1867, p. 274.)

(3) (Beitr. Z. Phys. und Morph. niederer Organismen, II, Leipzig 1892, p. 36)

(4) (Le Bot. XI, 1910, p. 59.)

diale de l'ensemble. Les myxamibes se multiplient par division transversale, les deux individus-filles restant unis par un fin pseudopode commun. Chacune peut s'enkyster séparément. Pourtant chez L. macrocystis, Cienkowsky a vu la sécrétion d'un kysté commun sous lequel les individus s'enkystent isolément.

On ne connait pas de processus sexuels. Aussi Zopf les rapproche-t-il de ses Sorophora et Doflein des Protéomyxés

4ème Ordre Euplasmodida Delage et Hérouard

(Myxogasteres de Bary, Myxomicètes s. str)

Vraies plasmodies, souvent très étendues, sporanges complexes. Le type le plus connu est le Fleur du tan, Fuligo varians ou Æthalium septicum Fries.

Notre type sera voisin des Arcyria Hill.

D'apres Jahn [1] voici quel serait le cycle typique de ces êtres.

Ce sont d'abord des myxamibes à noyau compact et vésicule pulsatile (fig. 47-a), capables d'englober des particules nutritives et de se multiplier (b-c), qui se réunissent (d) pour former des plasmodies (e). Elles semblent alors d'énormes amibes à pseudopodes réticulés et sans cesse en mouvement, très nombreux noyaux et grand nombre de vésicules pulsatiles à la périphérie. Les plasmodies d'Arcyria vivent dans les fentes du bois mort. Celles de Æthalium dans le tan. Elles sont attirées par l'humidité (sauf pourtant à l'époque de la sporulation où c'est l'inverse); c'est pourquoi la fleur du tan se montre à la surface à l'approche de la pluie.

Les plasmodes se nourrissent en absorbant des particules

---

(1) (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXIX, 1911, p. 231)

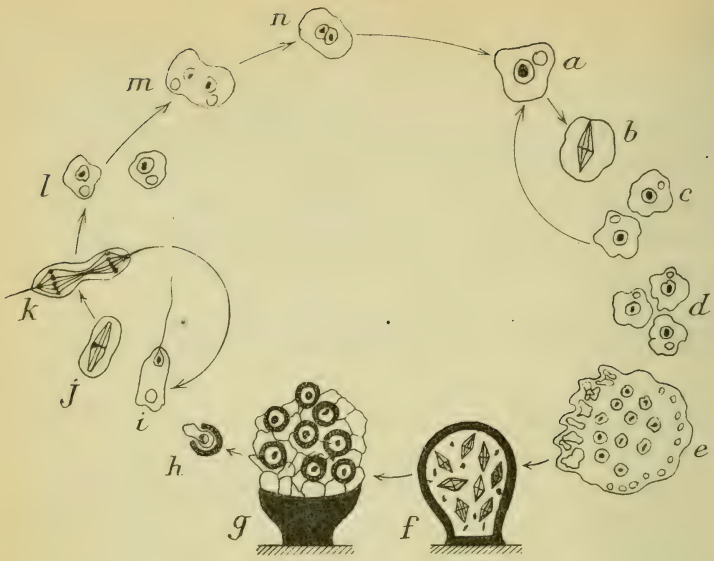


Fig. 47. Cycle de Euplasmodidé.

nutritives (mode holozoïque) et des liquides en décomposition (mode saprophyte).

Dans certaines conditions mal déterminées, d'ordinaire à la sècheresse (mais parfois même dans l'eau), la plasmodie s'enkyste. Pour cela elle rejette ses inclusions étrangères, se sépare en fragments contenant 10-20 noyaux, et chaque fragment s'entoure d'un kyste de cellulose. C'est ce que de Bary a appelé un sclérote. Quand les conditions sont devenues meilleures, le sclérote s'ouvre et il en sort une petite plasmodie qui se fusionne avec d'autres.

C'est surtout quand la nourriture manque, que l'être construit son sporange. Pour cela il découpe encore sa plasmodie en fragments plurinucléés, expulse ses inclusions et s'élève le plus haut possible sur son substratum. Toute la

plasmodie se dresse et prend une forme déterminée pour chaque espèce. Sa surface se couvre d'une enveloppe de cellulose (peridium) souvent imprégnée de nodules calcaires; à l'intérieur une partie du plasma produit un ensemble de formations appelé capillitium, affectant chez Arcyria l'aspect d'un tube de cellulose, disposé en un réseau et appuyé à la membrane externe. Dans d'autres types ce sont des fibres isolées et spiralées; il peut s'ajouter une columelle axiale de cellulose. Chez d'autres encore plusieurs sporanges se fusionnent, ce qui donne des æthalium. Pendant ces transformations une partie des noyaux dégénère et on a observé souvent la fusion deux à deux de certains d'entre eux, [1]; et cela a été interprété comme une conjugaison. Mais d'après les nouvelles recherches de Jahn (1911), il s'agit d'un phénomène de dégénerescence n'ayant rien de commun avec un acte sexuel.

Les noyaux qui doivent produire les spores subissent simultanément une division (f) qui réduit à la moitié le nombre de leurs chromosomes (on n'a vu qu'une division); puis la masse plasmodiale se découpe en cellules dont chacune s'entoure d'une membrane de cellulose et devient une spore.

A maturité le sporange s'ouvre, le capillitium se détend selon l'état hygrométrique de l'air et disperse les spores (g).

Celles-ci peuvent rester 4 ans et plus sans germer. Puis, à l'humidité, elles s'ouvrent (h); il en sort une petite myxamibe possédant un noyau et une vésicule pulsatile, pouvant parfois se diviser. Au bout de quelque temps, elle pousse un flagellum antérieur, d'ordinaire en relation avec un prolongement du noyau contre lequel est un blépharoplaste (i). Cet être peut absorber des proies par son

---

(1) Mlle Kränzlin, (A. Prot. IX, 1907, p. 181), Jahn, (Ber. Deutsch. Bot. Ges XXV, 1907) etc.

extrémité postérieure ; toujours plus ou moins amiboïde, il peut se diviser (méoomitose) ; le blépharoplaste jouant le rôle de centriole et reformant les flagelles après la division (j-k). Il peut s'enkyster. Toujours, au bout d'un temps variable, le myxoflagellé redevient myxamibe (l) qui peut encore se diviser ; mais contrairement à ce qu'on avait cru, ne forme jamais de plasmodies.

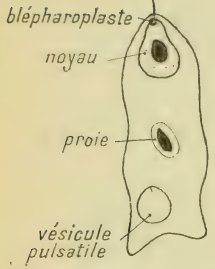


Fig. 48. Myxoflagellé.

Tous ces stades, myxamibe et myxoflagellé, ont toujours la moitié du nombre normal de chromosomes : ils sont haploïdes.

Alors intervient la conjugaison (m, n) il y a isogamie entre myxamibes haploïdes, et le zygote amiboïde qui en résulte est l'amibe capable de former des plasmodies d'où nous sommes partis. Ainsi les zygotes (myxamibes à nombre normal, diploïde, de chromosomes) sont seuls capables de former des plasmodies : s'ils rencontrent un gamète (myxamibe haploïde) ils l'absorbent et digèrent au lieu de se fusionner à lui).

Classification.

Les Euplasmodida peuvent se diviser en deux sous-ordres :

1° Exosporeæ, sporange sans péridium

2° Endosporeæ, sporange avec peridium.

1er Sous-ordre Exosporeæ Rostafinski.

Sporange sans péridium.

Ceratiumyxa Schröter (1), forme des plasmodies sur le bois pour-

(1) Le nom ancien est Cratium Albertini et Schweinitz, mais ce nom est préoccupé pour un Péridinien.

ri. Les sporanges sont de petites cornes mucilagineuses, blanches (fig. 49-a). Les spores se développent à l'extrémité de courts pédoncules gélatineux superficiels (b). Leur noyau a subi une division réductrice, dont l'un des produits a dégénéré.(1)

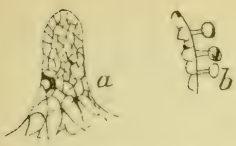


Fig. 49. Ceratiumyxa mucida (Pers.)

Chaque spore donne naissance à 8 myxoflagellés, qui deviennent myxamibes et sont des gamètes. Leur conjugaison ramène le nombre normal de chromosomes.

2ème Sous-ordre Endosporeæ Rostafinski.

Sporanges avec péridium. C'est le type étudié.

Nombreuses familles, distinguées par la couleur des spores, la forme du sporange; la présence de calcaire, la disposition du capillitium, etc.

Caractères. Sous classe II: Mycetozoa.

Etres amiboïdes formant des plasmodies; des spores; d'ordinaire des processus sexuels.

Ordre 1er Pseudoplasmodida: Des pseudoplasmodies seulement; pas de myxoflagellés, pas de sporanges différenciés, mais seulement des sores. Processus sexuels inconnus.

Ordre 2ème Filoplasmodida: Individus réunis en vraies plasmodies seulement par leurs pseudopodes filiformes. Pas de myxoflagellés; processus sexuels inconnus.

---

(1) (Jahn. Ber. deutsch. Bot. Ges. XXVI, 1908, p. 342)

Ordre 3ème Phytomyxida: De vraies plasmodies; des myxoflagellés; pas de sporange défini; processus sexuels avant la formation des spores.

Ordre 4ème Euplasmodida: De vraies plasmodies; des myxoflagellés; des sporanges différenciés; processus sexuels après la spore.

3ème Sous-classe Lobosa Carpenter[1]

(Amœbina Ehrenberg)

Ce seront pour nous les Amibes proprement dites; à pseudopodes lobés, non anastomosables. Nous leur opposerons les Reticulosa à pseudopodes anastomosés en réseau. Chacun de ces deux groupes renfermera des formes nues et des formes à coquilles.

Beaucoup d'auteurs ne font qu'un groupe des formes testacées sans tenir compte de la disposition des pseudopodes[2]. Sans doute la distinction par la forme des pseudopodes est assez artificielle et il y a des transitions entre ces formes, mais le caractère de la coquille ne l'est pas moins, de sorte que la classification est toujours assez arbitraire.

Nous diviserons les Lobosa en deux ordres:

1º Gymnamœbæ, sans coquille

2º Thecamœbæ, une coquille.

---

(1) (Introd. to the study of the Foraminifera, Ray. Soc. London 1862.)

(2) (Bütschli (Bronn, I, p. 181), Doflein (Lehrbuch) et autres.)

1er Ordre Gymnamœbæ Hertwig.

Ce sont des Amibes proprement dites. Il s'agit là d'un groupe bien vague et bien difficile à définir, car certains stades de nombreux Protozoaires appartenant aux groupes les plus variés, affectent la forme amiboïde. Mais, même quand on a éliminé toutes ces formes, il reste encore un assemblage probablement très hétérogène.

Aussi le genre principal, Amœba Ehrenberg, dont l'espèce type pourrait être Amœba verrucosa Ehrenberg (1), a-t-il été fortement démembré.

On y rencontre, en effet, des formes libres, marines, d'eau douce, ou vivant dans la mousse humide, et des espèces parasites ou commensales, de forme et de taille très diverse (de 5 à 500 μ et plus) se divisant suivant toutes les variétés possibles de la promitose et de la mésomitose. Chez Amœba Gleicheni Duj. on passerait même à une métamitose puisque d'après Dangeard (2), la membrane nucléaire disparaitrait "plus ou moins" lors de la mitose. Amœba crystalligera Gruber n'aurait au contraire qu'une amitose d'après Schaudinn (3). Enfin les cycles évolutifs ne paraissent pas moins variés. Il y a loin de l'être très primitif, réduit à une goutte de protoplasma se divisant par étranglement, tel qu'on l'admettait autrefois, à la multiplicité et à la complexité des phénomènes qui ont été constatés depuis dans ce grand groupe.

La progression a lieu exclusivement par des pseudo-

---

(1) (D. Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, Berlin 1838.)

(2) (C.R. Ac. Sci. CXXXV, 1902; Le Bot. XI, 1910, p. 42)

(3) (S.B. Ak. Berlin, (2) II, 1894, p. 1029.)

podes et en fait l'animal ne cesse pas de changer de forme, d'où son nom (ἀμοιβή, changement). Rhumbler [1] distingue des Amibes à pellicule et sans pellicule. Les premières roulent en quelque sorte sur le substratum grâce à des courants qui se produisent dans leur protoplasme. Il peut exister alors, quand la pellicule est épaisse (Entamœba blattæ) des pseudopodes éruptifs (fig. 50): l'endoplasme semble faire éclater l'ectoplasme en un point et le déborder; la partie d'ectoplasme devenue interne se transforme ensuite en endoplasme

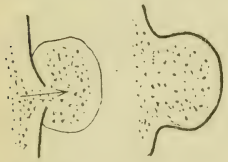


Fig. 50. Pseudopode éruptif.

Les Amibes sans pellicule adhèrent au substratum. Aussi voit-on souvent à l'arrière de celles-ci des filaments en houppe (fig. 51.): ce sont des fils gluants, étirés, que l'Amibe en avançant brise d'une secousse.

Fig. 51. Amibe limax.

On a signalé dans le corps de certaines Amibes des fibrilles qui sont peut-être des myonèmes; mais Rhumbler (1898) pense avoir expliqué tous leurs mouvements par des changements dans la tension superficielle, dus à des modifications chimiques locales du protoplasme: Il se produit un pseudopode au point où la tension superficielle est moindre, parce qu'il y a compression par tout le reste de la surface.

L'absorption des particules nutritives a lieu d'après Rhumbler (1898) par 4 procédés.

1° S'il n'y a pas de pellicule et si la proie est légère; il y a importation (Import): le corps étranger est comme attiré et englouti dans le corps de l'Amibe (fig. 52-a)

2° Si la proie est plus lourde, c'est le plasma de l'Amibe qui coule autour d'elle en se moulant sur sa surface: il y a circumfluence (fig. 52-b).

---

(1) (Entwickmechan. VII, 1898, p. 103)

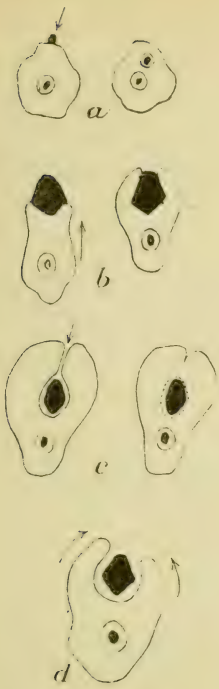


Fig:52. Absorption par les Amibes.

3° Dans le cas où il existe une pellicule solide tendant à se dilater, il y a invagination de cette pellicule, ce qui entraine la proie au fond d'un assez long boyau d'ectoplasme qui finit par se dissoudre (c)

4° Si la pellicule a, au contraire, tendance à se contracter, il y a circonvallation: l'Amibe émet de part et d'autre de la parcelle nutritive deux pseudopodes (d) qui se réunissent ensuite tout autour d'elle, sans la toucher. Rhumbler [1] explique ces divers modes par des variations dans la tension superficielle pour l'Amibe à surface liquide, et par des variations de l'état colloïdal dans le cas de l'Amibe à pellicule. Il a pu imiter artificiellement certains de ces modes d'absorption: ainsi une goutte de chloroforme en suspension dans l'eau, attire à elle un fil de laque et l'enroule à son intérieur, comme le fait Amœba verrucosa pour une Algue filamenteuse; un fil de verre enduit de laque est d'abord englobé par une pareille goutte puis, quand la laque est dissoute par le chloroforme, le fil de verre est rejeté au dehors. Une goutte de paraffine, dont la surface vient de se solidifier par refroidissement, tend à entourer par circonvallation une petite boule métallique chauffée qu'on en approche.

Nous prendrons pour type de cycle évolutif celui de Entamœba blattæ Bütschli bien étudié par Mercier [2]. C'est une Amibe de 50 μ environ, qui vit dans l'intestin postérieur de la Blatte (Periplaneta orientalis L.) L'ectoplasme est mince et peu distinct. Il n'y a pas de vésicule pulsatile chez cette espèce, non plus que chez les autres parasites en gé-

(1) (A. Entwickmechan. XXX, 1909, p. 194.)

(2) (A. Prot. XX, 1910, p. 143)

néral ; mais toutes les formes libres d'eau douce en possèdent. On ne connait pas non plus de kyste de protection, bien qu'il en existe dans la plupart des espèces.

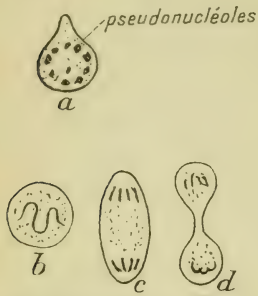


Fig. 53. Division schizogonique de Entamœba blattæ *Bütschli*.

Le noyau présente ici une membrane d'une épaisseur singulière et d'ordinaire un prolongement en forme de bec, trace de la dernière division de cette membrane par étranglement : ce sont des particularités de l'espèce. Le noyau contient une série de pseudonucléoles disposés en orle autour du centre. Janicki [1] y a décrit un petit caryosome disparaissant à la division : c'est peut-être un centriole ; Mercier ne l'a pas retrouvé.

L'Amibe (fig. 53-a) se multiplie par division (schizogonie). La chromatine des pseudonucléoles se dispose en un filament unique (fig. 53-54 b) qui se coupe transversalement d'après Mercier en 4 chromosomes (plus de 6 d'après Janicki). Ceux-ci gagnent les pôles sans se diviser (c). Il n'y a pas de figure achromatique nette. La chromatine périphérique reste en place et est passivement divisée lorsque la membrane du noyau s'étrangle et se coupe (d). En somme c'est une paramitose.

Quand intervient la gamétogénèse, l'Amibe rejette ses enclaves ; son noyau émet des grains de chromatine dans le plasma ; mais ces chromidies sont uniquement trophiques et se dissolvent (fig. 54-e). Le noyau se divise plusieurs fois. [2] Pour cela il apparait dans le noyau un petit caryosome pauvre en chromatine, et contenant un centriole (fig 54-55-e). [3]

---

(1) (Biol. Centrlbl. XXIX, 1909, p. 383)

(2) Mercier n'a pas vu le détail de la première division.

(3) Janicki (1909, p. 390) a décrit la division du centriole (fig. 55. e')

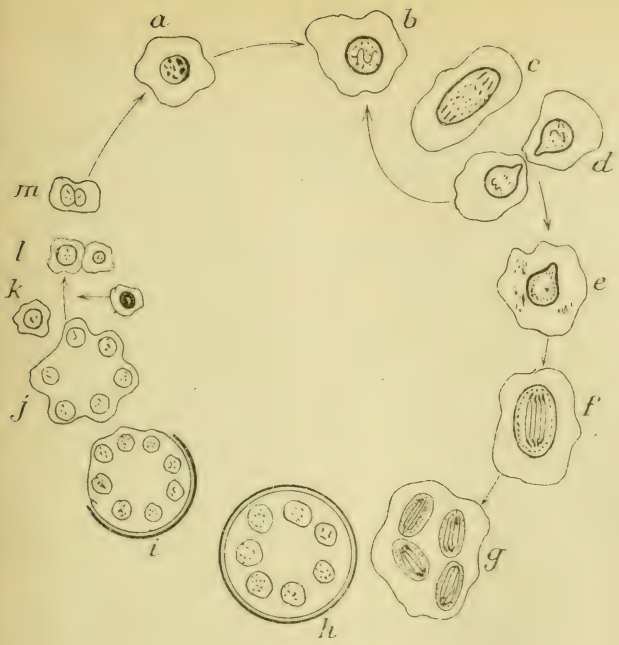


Fig. 54. Entamœba blattæ. *Bütschli*.

Il se produit une mésomitose typique à 8 chromosomes, semble-t-il (f)[1]

L'Amibe devient ainsi multinucléée (fig. 54. g). En même temps elle s'enkyste (h).

Le kyste est expulsé avec les excrements de la Blatte. S'il est avalé par un autre individu de même espèce, ramolli dans le jabot, il s'ouvre dans l'intestin moyen (i). Les noyaux deviennent saillants à la surface dans des lobes protoplasmiques (j) qui se detachent. ce sont des gamètes amiboïdes qui se séparent ainsi de la masse commune (k). Les gamètes se conjuguent (l m);

Fig. 55. Division gamogonique de Entamœba blattæ.

(1) Pourtant la figure 54 de Mercier laisse supposer qu'il reste, autour du fuseau, de la chromatine périphérique non employée pour former les chromosomes.

les deux conjoints ont des noyaux inégaux. Il est probable qu'ils proviennent de kystes différents. Le zygote amiboïde est l'être dont nous sommes partis.(1)

Voilà un cycle bien complet, où les gamètes sont amiboïdes, et où il n'y a pas de chromidies génératives.

Voici maintenant quelques exemples de cycles différents.

Amoeba minuta Methodi Popoff (2)

Très petite Amibe libre (15-25 μ) fréquente dans l'infusion de salade. Elle possède une vésicule pulsatile et un caryosome. La schizogonie par simple division n'a pas été étudiée, mais elle existe. L'auteur en décrit de plus une autre où entreraient en jeu des chromidies génératives: sans qu'il y ait enkystement, le noyau émet des chromidies (d), puis se détruit. Ces chromidies se disposent en sortes de vésicules dont la paroi se transforme en membrane nucléaire, les chromidies qu'elles renferment deviennent un caryosome et de la chromatine périphérique (e). Autour de chacun de ces noyaux secondaires le protoplasma s'individualise et se sépare en autant de cellules (f), le reste se détruit. Il persiste alors 8-9 petites Amibes qui se séparent (g) et recommencent à croître. Nous savons que cette construction de noyaux de toutes pièces aux dépens de chromidies est suspecté à plusieurs auteurs.

Pourtant d'après Popoff, le même procédé intervient dans la gamogonie. Il y a encore émission de chromidies, disparition du noyau primitif (h); reconstruction de noyaux secondaires. Mais en même temps l'Amibe s'enkyste (i). Son protoplasma se sépare en autant de petites Amibes qu'il y a de noyaux secondaires, soit 30-40 (k). Ces petites Amibes deviennent libres (l) et se conjuguent par isogamie (m-n-o). Il est probable que les conjoints proviennent de kystes

---

(1) Mercier a constaté l'existence fréquente dans ces Amibes de parasites qui détruisent leur protoplasma; de sorte qu'on trouve dans l'intestin de l'hôte des noyaux libres qui ne tardent pas à dégénérer.

(2) (A. Prot. XXII, 1911, p. 200.)

différentes. Le zygote est l'Amibe du début.

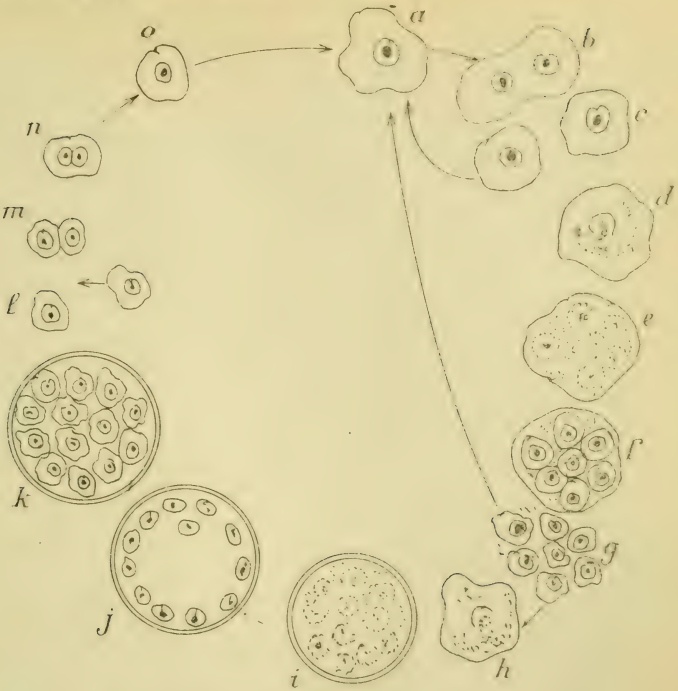


Fig. 56. Amœba minuta. *M. Popoff.*

Ce cycle diffère du précédent par l'adjonction d'un procédé de schizogonie par division multiple [1] et aussi par le rôle génératif des chromidies, s'il est confirmé.

Voici maintenant un cycle où les gamètes sont flagellés.

Amœba flava Gruber ; étudiée par Schepotieff [2]

---

(1) C. Scheel (Festschrift-Kupffer, 1899, p. 569) a décrit aussi chez A proteus une division multiple mais sous un kyste.

(2) (Z. Jahrb. Anat. XXIX, 1910, p. 486)

Ici on ne connait pas la schizogonie et le stade le plus jeune consiste en une grosse Amibe plurinucléée de 1mm de diamètre, trouvée sur des coquilles d'Huitre dans le lac Fusaro près de Naples (fig. 57. a) Elle possède de nombreuses vésicules contractiles, bien que vivant dans l'eau salée.

Ces vésicules disparaissent quand l'Amibe rejette ses enclaves et s'enkyste. Les noyaux émettent encore des chromidies (b) et disparaissent tandis que se construisent des noyaux secondaires (c) autour desquels le protoplasma s'individualise en cellules (d). Celles-ci sortent sous forme de gamètes à un flagelle, blépharoplaste et vésicule pulsatile (e). Peut-être ces gamètes peuvent-ils se diviser : on a vu le blépharoplaste double (f). Le zygote s'entoure d'une membrane (i). Il en sort une amibe uninucléée (j) qui reproduit sans doute directement l'être plurinucléé du début.

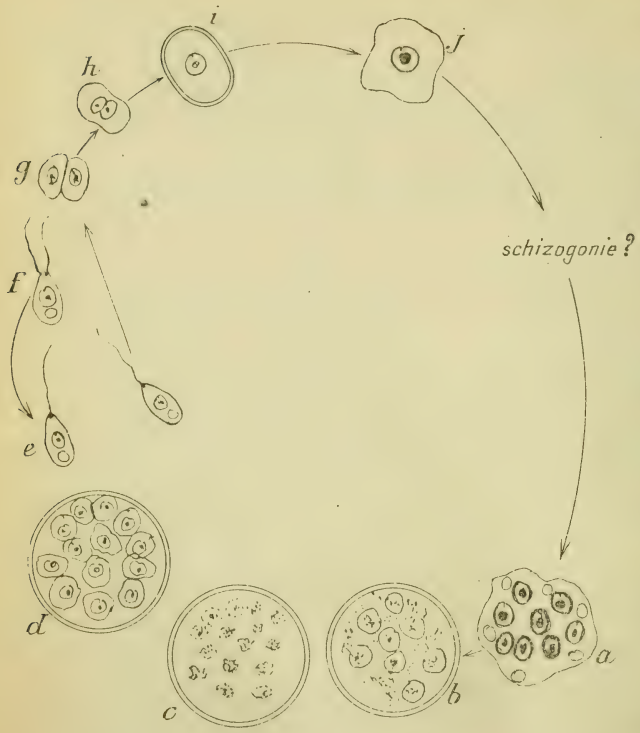


Fig. 57. Amœba flava. *Gruber*.

Le cycle, outre les chromidies génératrices toujours douteuses, offre l'intérêt de montrer des gamètes flagellés. Mais il a été vivement

attaqué par Gläser (A. Prot. XXV, 1912, p. 53)

Un autre cycle aurait l'intérêt de présenter des gamètes flagellés d'une autre forme.

Il s'agit d'une petite espèce rapportée par Metcalf à (Amœba proteus, mais avec quelque doute. Elle a été trouvée dans la macération de limon provenant d'une source près de Baltimore (1). Ces Amibes semblent bourgeonner à leur surface des saillies contenant des grains très réfringents (fig. 58. a) Comme il a trouvé dans la même culture des êtres à deux flagelles (b) contenant des grains analogues, l'auteur pense que ce sont ces mêmes bourgeons devenus libres; mais le processus n'a pas été suivi. Les flagellés peuvent se diviser (après être devenus amiboïdes (c)). Ils se conjuguent par isogamie (d-e), et le zygote (f) devient amiboïde.

Ce cycle a soulevé des doutes parce que, même en considérant comme démontré le bourgeonnement des flagellés, il est possible qu'il s'agisse de parasites qui abandonnent leur hôte pour se conjuguer.

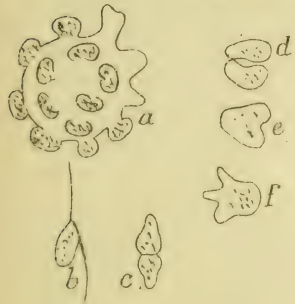


Fig. 58. Amœba proteus?

Dans toutes ces espèces, en dehors de l'émission de chromidies, on ne connait pas de division réductrice. Voici un exemple très net de ce phénomène.

Amœba mira Gläser (2) une petite Amibe libre de 20 μ de diamètre environ pourvue d'un vésicule pulsatile. Pour la Gamogonie elle divise son noyau par amitose d'après Gläser, mais ses figures pourraient faire croire à une crypto-haplomitose (fig. 59, a)

Elle s'enkyste, l'un des deux noyaux dégénère (b). Dans l'autre apparaissent 16 paires de chromosomes conjugués deux à deux (c), comme dans le stade zygotène des Métazoaires; puis il se divise par pannitose deux fois

---

(1) Metcalf (J. exp. Zool. IX, 1910, p. 311.)

(2) (A. Prot. XXVII, 1912, p. 172)

de suite. La première division (d) sépare les chromosomes conjugués, ce qui réduit leur nombre à 16 ; à la seconde division (e), les chromosomes se coupent en deux, ce qui maintient le nombre haploïde de chromosomes. Puis trois des noyaux formés dégénèrent (f).

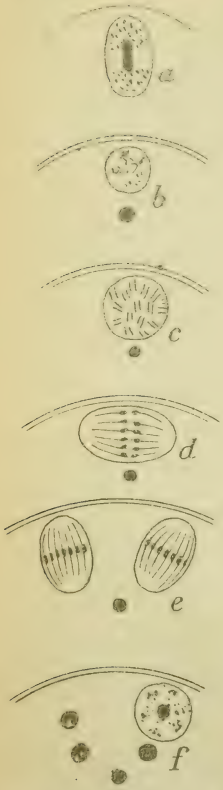


Fig. 59. Divisions réductrices de Amœba mira. Gläser.

C'est absolument le schéma de la division réductrice des Métazoaires les plus élevés, sauf qu'il s'y surajoute une division préparatoire que Gläser assimile au rejet habituel de chromatine par le noyau. La suite du développement est malheureusement inconnue.

On a vu la conjugaison suivant la réduction chez Amœba diploidea Hartmann et Nägler, mais accompagnée de processus curieux, bien étudiés par Nägler.[1]

L'Amibe adulte possède normalement deux noyaux. Pour la schizogonie, les deux noyaux se divisent en même temps par protomitose.[2] Pour la gamogonie, deux individus binucléés (fig. 60-a) s'enkystent ensemble (b). Les deux noyaux du même individu se fusionnent (c). On croirait à une autogamie typique.

Mais ensuite se produisent les divisions réductrices. Chacun des syncaryons émet des chromidies purement trophiques (c) puis se divise (d). L'un des produits est plus petit et régresse (e) comme le noyau d'un globule polaire de Métazoaire : souvent aussi il se redivise d'abord en deux (f-1) comme le premier globule polaire. Ensuite chaque noyau restant rejette

(1) (A. Prot. XV. 1909, p. 31.)

(2) Alexeieff. (Bull. S. Z. F. XXXVII, 1912, p. 161.)

un second noyau rudimentaire comparable au 2ème globule polaire (e,

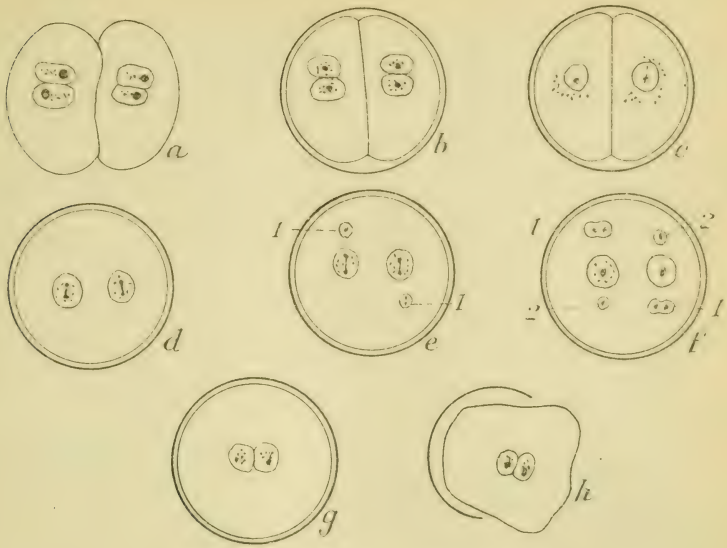


Fig. 60. Amœba diploidea H et N.

f-2). Les deux noyaux qui persistent se rapprochent (g) mais sans se fusionner, et il sort du kysté une seule Amibe binucléée (h). On comprend alors que la caryogamie, préparée par ces phénomènes de réduction ne s'achèvera que lors de la conjugaison suivante. Les deux noyaux que renferment l'Amibe adulte proviennent, en fait, de deux individus différents: leur fusion n'est donc pas une autogamie. On voit combien est singulière l'individualité de cet être qui, dans un protoplasma unique, possède deux noyaux d'individus différents.

Alexeieff (1) rapproche cette Amœba diploidea des Sappinia, c'est à dire des Mycetozoaires Pseudoplasmodiés inférieurs, ce qui est vivement contesté, notamment par Chatton (2). L'existence de phénomènes sexuels chez cette Amibe l'éloigne en effet largement des Pseudoplasmodiés où de pareils processus sont inconnus jusqu'ici.

---

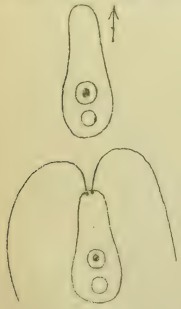
(1) (Bull. S.Z.F. XXXVII, 1912, p. 62 et 157.)

(2) (ibid. p. 113)

Schaudinn[1] a décrit (sans figures) chez Amœba coli Lösch, de l'intestin humain des chromidies caryogènes, des phénomènes de réduction et d'autogamie ; et une partie au moins de ces phénomènes paraît avoir été suivie sur le vivant.[2]

Chez Amœba albida Nägler, petite Amibe libre, Nägler (A. Prot. XV, 1909, p. 27) décrit aussi une autogamie. Mais ce processus est devenu très douteux chez les Protozoaires : Hartmann et Whitmore[3] nient l'autogamie chez A. coli : ce sont des phénomènes de dégénérescence qui ont donné à Schaudinn l'illusion de ces divisions réductrices et de cette caryogamie. Hartmann[4] repousse l'autogamie même pour Amœba tetragena Viereck où il l'avait décrite d'abord lui-même. Avec Dangeard[5], il nie aussi les chromidies caryogènes.

Les petites espèces du groupe de l'Amibe limax Duj. que l'on trouve en particulier dans l'infusion de paille, présentent un dimorphisme très curieux. Ces petits êtres doivent leur nom de limax à ce qu'ils forment un seul gros pseudopode, allongé dans la direction de leur mouvement. Il est possible de les cultiver sur gélose[6] mais toujours en compagnie de Bactéries qui leur servent de nourriture, et non pas en culture pure. Or Wasielewski et Hirschfeld[7] ont fait la



Amibe limax.
Fig. 61.

(1) (Arb. Gesundh. XIX, 1903, p. 566.)

(2) Voyez figure dans : Hartmann (A. Prot. XIV, 1909, p. 292.)

(3) (A. Prot. XXIV, 1911, p. 187)

(4) (ibid., p. 163.)

(5) (Le Bot. XI, 1910, p. 239)

(6) (Vahlkampf A. Prot. V, 1905, p. 198).

(7) (Abh. Heidelberg. Ak. 1910, 1. Abh.)

découverte curieuse que, si on dilue le milieu de culture, l'Amibe se transforme directement en un être à deux flagelles antérieurs, qui d'ailleurs peut redevenir ensuite amiboïde.

Il n'est pas alors impossible que la Dimastigamœba de Blochmann, décrite comme un Flagellate, ne soit qu'un stade d'Amibe limax.

Whitmore a aussi trouvé dans les conduites d'eau de Manille (1) une Amibe capable de se transformer en un être à trois flagelles et trois grains basaux, qu'il a dénommée Trimastigamœba.

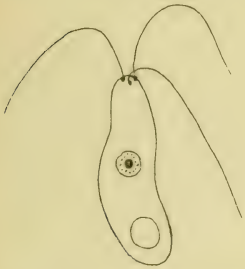


Fig. 62. Trimastigamœba philippinensis Whitmore.

On voit qu'il y a passage des Amibes aux Flagellates et que la limite entre les deux groupes devient quelque peu arbitraire. Du moins la place réelle des Amibes limax est-elle encore douteuse, car on ne connait avec certitude le cycle évolutif d'aucune d'elles.

On voit aussi combien sont variés les phénomènes présentés par les Amibes. Aussi est-on d'accord sur la nécessité de diviser ce grand genre.

MM. Chatton et Lalung-Bonnaire d'une part, Alexeieff d'autre part, l'ont tenté indépendamment les uns des autres, à quelques jours de distance, et d'une façon très semblable (2)

Le nom de :

Amœba Ehrbg. sens conservé pour les grosses Amibes libres

---

(1) (A. Prot. XXIII, 1911, p. 85)

(2) Chatton et Bonnaire (Bull. Soc. Pathol. exot. V, p. 135, 14 février 1912; Alexeieff. Bull. S.Z.F XXXVII, p. 68, 27 février 1912)

à caryosome pas très riche en chromatine, se divisant par promitose ou mésomitose imparfaite.

Type : A. verrucosa Ehrbg, 80-100 μ, d'eau douce ; A. terricola Greeff, terrestre ; A. diploidea Hartmann et Nägler (binucléée) ; A. proteus Pallas, 200-500 μ, eau douce ; A. vespertilio Penard, 200-300 μ, eau douce, etc. (1)

Les petites espèces libres du type limax prennent le nom de :
Vahlkampfia Chatton et Bonnaire (= Nägleria Alexeieff). Petite taille : 30 μ au plus. Libres. Noyau à gros caryosome ; promitose. Des formes flagellées à 2 flagelles (chez toutes ?)
Type : A. limax Duyardin emend. Vahlkampf. (2)

Chatton (3) voudrait substituer à ce nom celui de A. Vahlkampfi. ce qui ne paraît pas conforme aux règles.
A. albida Nägler, A. diplomitotica Beaurepaire Aragão, A lacustris Nägler, A mucicola Chatton (parasite sur les branchies des Labres). A. pædophthora Caullery, etc.

Alexeieff (4) propose de séparer de ce genre d'autres Amibes limax sous le nom de :
Hartmannella Alexeieff (= Hartmannia Alexeieff préoccupé). Petite taille, mésomitose (ou pannmitose).
Type : A. hyalina Dangeard (5), A. Gleicheni Duyardin

---

(1) D'après Stiles et Hassall (U. S. dép. agricult. ; bur. anim. industry, Bull n° 79, 1905, p. 38) le nom Amoeba doit disparaître et être remplacé par Chaos Linné ; A. proteus a pour nom correct Chaos chaos Lin. Ces changements me paraissent plus risibles qu'utiles.

(2) (A. Prot. V, 1905, p. 168.)

(3) (A. Z. E. (5) ; V, 1910 p. 252)

(4) (Bull. S. Z. F., 1912, p. 61 et 156)

(5) (Le Bot. XI, 1910).

Parmi les Amibes typiquement parasites, on pourra distinguer:

Entamœba (Leidy 1879 sous la forme Endamœba)

Taille relativement grande, 50 μ environ. Noyau à membrane très épaisse. Paramitose schizogonique, mérosmitose gamogonique. Nombreux noyaux dans le kyste.

Type : Entamœba blattæ Bütschli, tube digestif de la Blatte.

Löschia Chatton et Bonnaire (= Proctamœba Alexeieff)

Petite taille, caryosome très pauvre en chromatine. paratinomitose. Kystes à 8 noyaux (rarement plus).

Type : A. coli Lösch emend. Schaudinn. C'est l'Amibe banale de l'intestin humain.

Casagrandi et Barbagallo [1] ont montré qu'elle est inoffensive, elle se nourrit de Bactéries, et Schaudinn [2] s'est infecté impunément lui-même.

A. ranarum Grassi, tube digestif des Batraciens (Dobell. Q. J. mic. Sci. LIII, 1909)

Chatton et Bonnaire proposent de faire dans le genre Löschia un sous-genre Viereckia Chatton et Bonnaire; pour les Amibes parasites dont le kyste ne contient que 4 noyaux.

Type : A. tetragena Viereck (dont A. histolytica Schaudinn n'est probablement qu'une variété également pathogène): c'est l'Amibe de la dysenterie tropicale ou amibienne (distincte de la dysenterie bactérienne)

L'A. parasite pénètre entre les cellules intestinales et détruit la muqueuse, il paraît se nourrir de globules du sang. Ses kystes, assez rares, contiennent 4 noyaux et semblent être l'agent ordinaire de la transmission. Un tailleur de Berlin a attrapé la dysenterie pour avoir raccommodé la culotte d'un soldat revenant de l'Afrique orientale allemande. [3] Cycle inconnu.

---

(1) (Ann. Igiène sperim. VII, 1897, p. 103.)

(2) (Arb. Gesundh. XIX, 1903, p. 566.)

(3) (Hartmann. A. Prot. XXIV, 1911, p. 165.)

Enfin Minchin [1] a séparé une Amibe parasite des tubes de Malpighi de Ceratophylus fasciatus sous le nom de:

Malpighiella Minchin. Alexeieff [2] a retrouvé une espèce voisine dans le vagin de la Sangsue médicinale et a donné les caractères du genre: un protocaryon, rhéomitose.

Type: M. refringens Minchin.

Plus anciennement on avait déja détaché du genre Amoeba:

Pelomyxa Greef [3] 1874.

Très grosses Amibes plurinucléées contenant beaucoup d'inclusions.

Il y a notamment des corps en bâtonnets brillants qui seraient d'après Bott [4] une substance de réserve, d'après Goldschmidt [5] la plastine des noyaux ayant émis des chromidies; d'après Mme Velay [6] des excrétas entièrement indépendants des noyaux.

Type: P. palustris Greef, atteignant 15 mm, vivant dans l'eau putréfiée. Multiplication par plasmotomie. Bott [7] a décrit en outre une reproduction sexuée étrange. Il sort du parent une centaine d'êtres en forme d'Héliozoaires qui se conjuguent deux à deux, pendant que le parent se détruit. Il n'est pas impossible, remarque Doflein, [8] qu'il s'agisse de parasites se reproduisant hors du corps de l'hôte.

Le très curieux genre Paramoeba a été créé par Schaudinn [9] pour P. Eilhardi qu'il a découverte dans un aquarium d'eau de mer de Berlin. C'est une Amibe de 10-90 μ (fig. 63 a)

---

(1) (Festschrift. R. Hertwig, I, 1910)

(2) (Bull. S.Z.F. XXXVII, p. 68)

(3) (Arch. Mikr. Anat. X, p. 51) (πηλός, vase; μύξα, gelée.)

(4) (A. Prot. VIII, 1906, p. 125)

(5) (A. Prot. V, 1905, p. 129)

(6) (J. Linn. Soc. XXIX, 1905, p. 374.)

(7) (A. Prot. VIII, 1907, p. 131.)

(8) (Lehrbuch, p. 601.)

(9) (S.B. Ak. Berlin, 1896, p. 31)

, contenant à côté de son noyau (N) un corps paranucléaire ou paranucléus (P) (Nebenkern de Schaudinn) formé d'une masse chromatique et de deux calottes achromatiques. Lors de la division de l'animal, noyau et paranucléus se divisent chacun de son côté. L'être peut aussi s'enkyster et subir une

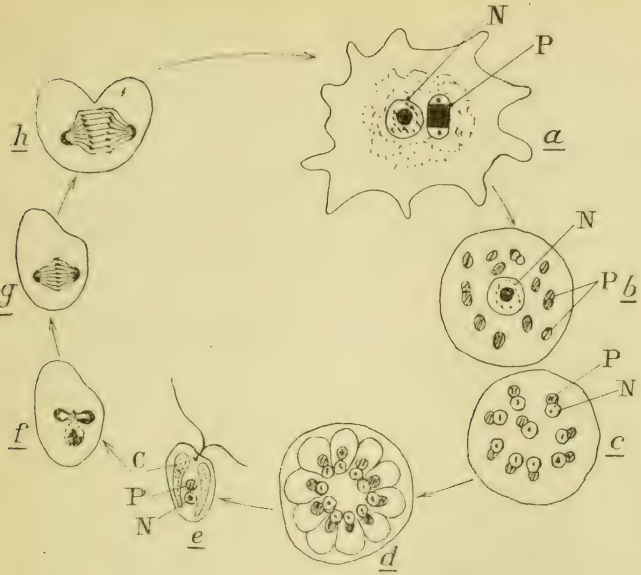


Fig. 63 Paramœba Eilhardi. *Schaudinn.*

division multiple : le paranucléus se divise d'abord un certain nombre de fois (b) ; le noyau fait de même. Puis chaque paranucléus s'accole à un noyau (c) ; le protoplasma se découpe autour de chacun de ces couples (d) et il sort du kyste de petites spores (e) à deux flagelles, ayant la forme de Cryptomonades, chacune contenant un noyau (N) un paranucléus (P) et deux chromatophores bruns (C). Ces flagellispores peuvent se diviser. Pour cela le noyau se met en fuseau et les deux moitiés du paranucléus en prennent les pôles, c'est à dire jouent le rôle de centrosome. Les flagellispores deviennent enfin amiboïdes et reforment l'adulte. On n'a pas vu de conjugaison. Le paranucléus serait alors une sorte de centrosome, toujours situé en dehors du noyau. Mais

il a une structure très différente.

Janicki [1] a décrit deux nouvelles espèces, parasites. Il interprète autrement le paranucléus, et tout porte à croire qu'il a raison: la masse chromatique médiane du paranucléus est une sorte de plaque équatoriale peu condensée; les deux calotes sont deux masses archoplasmiques et contiennent deux centrioles: en somme c'est un second noyau figé en état de mitose. Ses divisions sont entièrement indépendantes de celles du noyau normal.

Paramœba serait alors un être binucléé d'une manière particulière.

C'est parmi les Amœbiens lobés que doivent probablement prendre place, comme nous l'avons vu, les Acystosporés:

Gymnophrys Cienkowsky,
Aletium Brinchese,
Boderia Wright.

2ème Ordre Thecamœbæ Delage et Hérouard.

Ce sont des Amœbiens pourvus d'une coquille. D'ordinaire pas d'ectoplasma. Les pseudopodes lobés sortent par la bouche de la coquille, sur laquelle l'animal rampe. Mais nous plaçons cet orifice en haut suivant la position morphologique.

Arcella Ehrenberg [2] d'eau douce possède une coquille plan-convexe ou plutôt en béret [3] avec un orifice

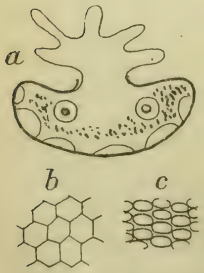


Fig. 64. Arcella vulgaris
a, coupe optique; b, fragment de coquille jeune, vu de face; c, fragment de coquille adulte.

(1). (Verh. Naturforsch. Ges. Basel. XXIII, 1912).

(2) (diminutif de arca, coffre)

(3) Dangeard (Le Bot. XI, 1910, p. 74)

au milieu de la face plane (fig. 64. a). Cette coquille est formée d'une matière organique contenant du fer. Il parait y avoir une couche externe très mince, et une interne formée d'alvéoles prismatiques (b), qui chez l'adulte (c), se séparent légèrement à leurs angles, d'où la formation de pores. Pour Dangeard [1] ces prismes résultent de la transformation directe du cytoplasma superficiel réticulé. Khainsky [2] explique par l'existence des pores la présence fréquente d'air entre le corps et la coquille: que l'animal sorte un instant de l'eau, un peu d'air est brusquement aspiré à travers la coquille.

Plusieurs vacuoles contractiles et un ou plusieurs noyaux: typiquement deux chez A. vulgaris Ehrbg. Il y a de plus un abondant réseau chromidial.

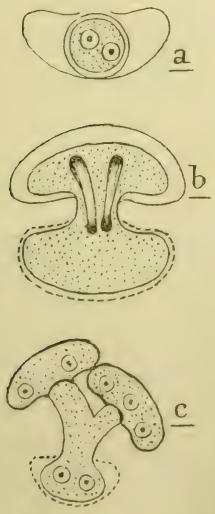


Fig. 65. Arcella vulgaris Ehrbg.

L'animal peut se contracter dans sa coquille, après avoir expulsé toutes ses inclusions et y sécréter un kyste sphérique (fig. 65. a).

Pour se diviser l'animal fait sortir la moitié environ de son protoplasma et divise simultanément ses deux noyaux par une sorte de promitose [3]. Deux noyaux passent dans la masse protoplasmique externe qui s'entoure d'une coquille semblable à celle de la mère et souvent un peu plus grande (b).

Mais on a décrit bien d'autres modes de multiplication.

---

(1) (L. c. p. 83.)

(2) (A. Prot. XXI, 1910, p. 171)

(3) Swarczewsky. (A. Prot. XII, 1908, p. 175).

Khainsky a vu deux Arcelles ou davantage se rapprocher, émettre simultanément une partie de leur protoplasma, sans doute avec des noyaux, puis la masse commune s'entourer d'une coquille normale (c).

On serait tenté de voir là une conjugaison; mais personne n'a vu de fusion des noyaux [1]; d'où l'idée de Elpatiewsky [2] qu'il y a conjugaison seulement entre les chromidies; processus que Swarczewsky [3] appelle chromidiogamie: il y aurait fusion temporaire de deux Arcelles, qui perdraient leurs noyaux par dégénérescence et en reformeraient d'autres aux dépens des chromidies mêlées.

Fig. 66. Arcella
Chromidiogamie (?)

C'est chez ces animaux que R. Hertwig [4] a décrit pour la première fois des chromidies caryogènes et la reconstruction de noyaux secondaires à leurs dépens. Chacun de ces noyaux s'entourerait de protoplasma et sortirait sous forme d'une petite Amibe qui reproduirait l'adulte.

D'après Elpatiewsky et Swarczewsky [5] il y aurait aussi une reproduction sexuée: de petits êtres formés de même, mais provenant de deux individus différents, se conjugueraient; et leurs noyaux seraient encore formés par condensation de chromidies. Mais Khainsky [6] est arrivé à colorer les chromidies autrement que la chromatine: ce sont d'après lui des plastes jouant un rôle dans la nutrition. Plus probablement encore ce sont des mitochondries.

Quant à ces modes si variés de reproduction, Dangeard [7] a montré qu'il y avait eu confusion avec des parasites du genre Nuclearia

---

(1) (Cf. Centropyxis, ci-après)
(2) (A. Prot. X, 1907, p. 441.)
(3) (l. cit., p. 192.)
(4) (Festschr. Kupffer, 1899, p. 372.)
(5) (l. cit., 1907, 1908.)
(6) (l. cit., 1910.)
(7) (Le Bot. XI, 1910, p. 97, 97.)

Difflugia Leclerc [1], d'eau douce, coquille en forme de fiole, formée de particules étrangères (fig. 67) 0mm.10 - 0mm.25. Verworn [2] a vu l'animal capturer ces matériaux avec ses pseudopodes et les accumuler au fond de sa coquille pour les utiliser à des réparations de celle-ci. Il se divise comme l'Arcelle : il émet au dehors la moitié de son protoplasma, à la périphérie duquel se portent les matériaux accumulés.

Fig. 67. Difflugia globulosa Duj.

Rhumbler [3] a imité la fabrication de cette coquille en mettant du verre pilé dans une goutte d'huile qu'il soufflait ensuite avec une pipette très fine dans de l'alcool : la poussière de verre se portait à la périphérie de la goutte.

Margoreté Zuelzer [4] a décrit chez Difflugia la chromidiogamie et la conjugaison de flagellispores [5] On peut douter de ces observations.

Quadrula F.E.S. Schulze, coquille formée de plaquettes carrées, siliceuses.

Centropyxis Stein [6], eau douce ; coque à symétrie bilatérale aplatie sur sa bouche. 1 à 2 vésicules pulsatiles, un seul noyau. La division se fait comme celle de l'Arcelle ; la mitose a été décrite. Dans les cultures riches, Schaudinn [7] a vu deux individus se fusionner par plastogamie pour former un être à deux

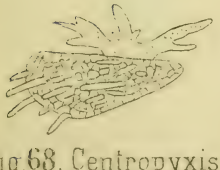


Fig. 68. Centropyxis aculeata (Ehrbg.).

---

(1) (de diffluere, diffluer)
(2) (Z. W. Z. XLVI, 1888, p. 455.)
(3) (A. Entwicklmechan. VII, 1898, p. 279.)
(4) (A. Prot. IV, 1904, p. 240.)
(5) (A. Prot. XVII, 1909, p. 191.) (note)
(6) (κέντρον, pointe ; πυξίς, boîte.)
(7) (Arb. Gesundh., XIX, 1903, p. 556.)

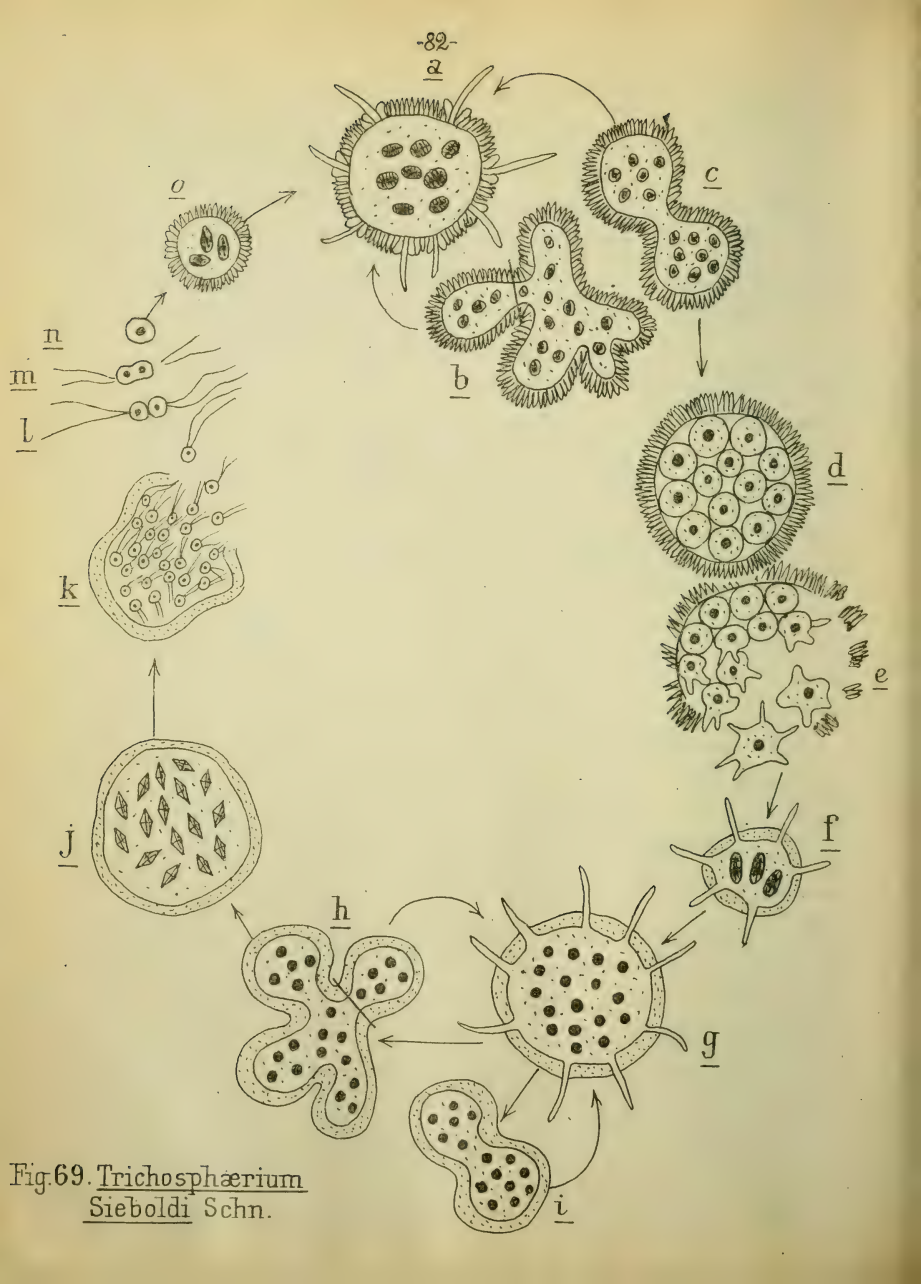


Fig.69. Trichosphærium Sieboldi Schn.

noyaux, capable de se diviser, chacun des noyaux entrant en mitose en même temps; les deux noyaux peuvent se fusionner sans que cela représente un processus sexuel, car il n'y a ni réduction avant, ni multiplication spéciale après. Schaudinn décrit en effet une vraie conjugaison très différente, qui aurait toutefois besoin d'être réétudiée.

C'est ici qu'on peut placer un être à situation douteuse: Crichosphærium Sieboldi Schneider [1] qui vit dans la mer du Nord et la Méditerranée. Il est arrondi, aplati en croûte et entouré d'une enveloppe gélatineuse, contenant, radiairement disposés, des bâtonnets de carbonate de magnésie (Schaudinn), ou de chaux (Parisi) [2]. Par des sortes de pores persistants de la membranes, sortent de longs pseudopodes digitiformes, à mouvements particuliers: ils décrivent des cônes (fig. 69-a).

Les noyaux sont nombreux et se multiplient par une sorte de pannitose ou plutôt de mésomitose à centres multiples [3]. Pas de chromidium, ni de vésicules contractiles.

La reproduction a été étudiée par Schaudinn [4]. Tout d'abord (b-c) il peut y avoir plasmotomie: l'enveloppe étant souple, se divise avec le corps.

Puis, la nuit, l'individu peut prendre la forme sphérique, rentrer ses pseudopodes, et se diviser en autant de cellules (agamètes) qu'il y a de noyaux (d). Par destruction de l'enveloppe, ces cellules deviennent libres (e) sous forme de petites amibes (f), qui grossissent, multiplient leur noyau et deviennent autant d'individus, analogues à l'adul.

---

(1) (θρίξ, cil; σφαῖρα, sphère)
(2) (Bull. Mus. Torino, XXIV, 1909, n° 609.)
(3) (Chatton. A.Z.E. (5), V, 1910, p. 294)
(4) (Anh. Abh. Preuss. Akad. 1899, p. 1.)

te dont nous sommes partis, mais sans bâtonnets dans leur enveloppe gélatineuse (g) : ce sont des gamontes. Chacun de ces individus peut encore se multiplier par plasmotomie (h-i), puis, à la suite de mitoses simultanées de ses noyaux (j), il se résout en petits gamètes biflagellés (k). Il y a isogamie (l-m) entre gamètes nés d'individus différents. Le zygote (n) en multipliant son noyau (o) reproduit le schizonte d'où nous sommes partis. On n'a pas observé de réduction chromatique.

Cet animal n'étant pas franchement nu, nous le plaçons parmi les Thécamœbiens.

Caractères: Ordre: Thécamœbiens: Amœbiens pourvus d'une coque de consistance diverse.

Caractères: Sous-classe: Amœbiens ou Lobosa: Rhizopodes à pseudopodes lobés.

4ème Sous-classe Reticulosa Carpenter.

Aux Amœbiens lobés, nous opposerons les Amœbiens réticulés que nous diviserons, parallèlement aux premiers, en: Réticulés nus, et Foraminifères.

1er Ordre Reticulosa nuda Rhumbler.(1)

[Amœbæa reticulosa Bütschli]

Amibes à pseudopodes filamenteux très fins, entièrement ectoplasmiques, anastomosés en réseau.

---

(1) (A. Prot. III, 1904, p. 185.)

C'est ici que se placent la plupart des types que nous avons déjà passés en revue à propos des Acystospores.

Protomyxa aurantiaca Hæckel,
Protogenes primordialis Hæckel,
Pontomyxa flava Copsent.

Rhumbler y met Gymnophrys Cienk. (= Biomyxa Leidy).

2ème Ordre Foraminifera d'Orbigny.

(= Chalamophora Carpenter)

Ce sont les Amibes réticulées à coquille.

D'Orbigny[1], trompé par la coquille nautiloïde des Nummulites, par exemple, en faisait des Céphalopodes: il divisait les Céphalopodes à coquille en Siphonifères (ayant un siphon qui traverse les chambres: Nautile) et Foraminifères (dont les chambres communiquent par un simple trou: foramen). Dujardin[2] reconnut leur véritable place, près des Amibes.

Carpenter les divise en deux sous-ordres:
Imperforata: une seule grande ouverture à la coquille
Perforata: des pores fins en plus.

Coquille: Dans les deux séries on observe des formes à une seule loge, dites monothalames[3]: dans ce cas, lors de la division de l'animal, les deux produits se séparent complètement. Les autres sont polythalames: alors la loge nouvellement formée, et normalement plus grande que la précédente, reste accolée à celle-ci.

(1) (Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes; Ann. Sci. nat. VII, 1826, p. 96.)

(2) (Ann. Sci. nat. (2) III, 1835)

(3) (θάλαμος, chambre)

Les loges monothalames ont du reste les formes les plus variées, depuis un simple ovoïde à orifice apical (Gromia, fig. 70-a) jusqu'à une coquille spiralée enroulée dans un plan comme une coquille de Planorbe (Cornuspira (b)).

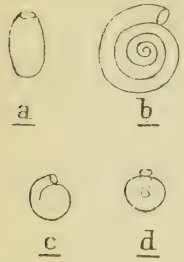


Fig. 70. a. Coquille de Gromia; b. de Cornuspira. c. loge initiale de profil; d. loge initiale de face.

Chez les Polythalames, il existe toujours une loge initiale sphérique (c-d) communiquant par un fin canal avec la loge suivante.

Les loges s'enroulent d'une manière très variée. Ainsi chez Spiroloculina, l'enroulement a lieu dans un plan, comme chez Cornuspira, mais le tube spiralé est divisé en une suite de chambres par des rétrécissements. Chaque loge occupe un demi-tour : il en résulte que la bouche de la coquille a été placée alternativement aux deux extrémités d'un même diamètre, qui est plus allongé. Toutes les loges sont visibles de l'extérieur, les plus récentes étant seulement un peu plus épaisses que les anciennes, mais pas assez pour les masquer entièrement.

Fig. 71. Spiroloculina. a. coupe sagittale b. vue latérale.

Si on suppose que ces loges s'élargissent suffisamment pour masquer toutes celles qu'elles recouvrent, il ne restera de visibles que les deux dernières formées : ce sera une Biloculina (fig. 72). La section sagittale est identique à celle de Spiroloculina, mais les loges sont plus embrassantes.

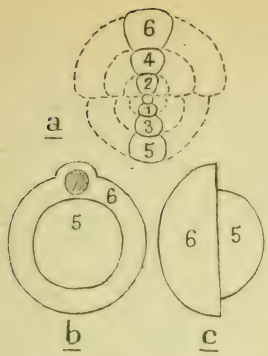


Fig. 72. a. Passage de Spiroloculina à Triloculina. Coupe transversale.
b. Biloculina, vue de face
c. id. de profil

Chez Triloculina (fig. 73), les bouches sont encore alternativement en haut et en bas d'un même diamètre plus allongé, mais à chaque demi-tour de spire le plan d'enroulement tourne de 1/3 de circonférence. Sur une section transversale on verra alors que la loge 2, au lieu d'être exactement opposée à la loge 1 est à 1/3 de tour de spire de celle-ci. La loge 3 tournant encore de 1/3 de circonférence, la loge 4 se trouvera superposée à la loge 1. De même la loge 5 recouvrira la loge 2, et ainsi de suite; il restera 3 loges visibles de l'extérieur, d'où le nom de Triloculina. Sur la loge 1, se superposeront: 4, 7, 10, 13, etc; sur 2: 5, 8, 11, 14, etc; sur 3: 6, 9, 12, 15, etc.

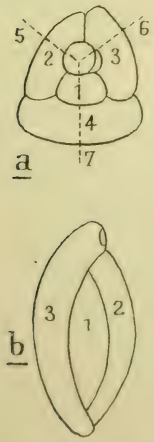


Fig. 73. Triloculina;
a. coupe transversale.
b. vue latérale (stade à 3 loges)

Dans une Quinqueloculina (fig. 74) les bouches successives sont encore disposées de même, mais à chaque loge, le plan d'enroulement tourne de 2/5 de circonférence: la loge 2 est donc à 2/5 de circonférence de la loge 1, la loge 3 à 2/5 de la loge 2 etc; la loge 6 se superposant à la loge 1. L'enroulement continuant de la même manière, sur

la loge 1 se superposeront successivement les loges 6, 11, 16, 21; sur la loge 2 on aura : 7, 12, 17, etc ; sur 3 : 8, 13, 18, etc ; sur 4 : 9, 14, 19, etc ; sur 5 : 10, 15, 20 etc ; il y aura toujours 5 loges visibles de l'extérieur, d'où le nom.

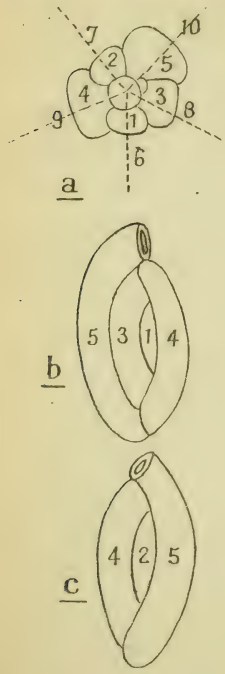


Fig. 74. Quinqueloculina
a. coupe transversale
b, c. vues de profil.

Dans tous ces types il y a deux loges par tour d'enroulement : c'est le type des Milioles. Chez Polystomella et Nummulites il y en a un grand nombre ; l'enroulement a toujours lieu dans un plan ; les tours sont plus ou moins embrassants.

Certains genres montrent même un enroulement turriculé comme celui d'un Gastéropode. Ou bien l'enroulement varie avec l'âge.

Lister a remarqué l'existence de séries parallèles de formes chez les Perforés et les Imperforés : ainsi Peneroplis (Imperforée) correspond à Operculina (Perforée) (Orbiculina (forme à dernières loges annulaires, Imperforée) correspond à Heterostegina (Perforée), Orbitolites (Imperforée) à Cycloclypeus (Perforée), Alveolina (Imperforée) à Fusulina (Perforée).

Dimorphisme. — On avait remarqué depuis longtemps que souvent, chez les Nummulites notamment, au milieu

de petits individus, on en trouvait quelques uns ne différant des autres que par leur taille beaucoup plus grande. Les sections montraient que les petits échantillons avaient une loge initiale relativement grande, les grands en ayant une beaucoup plus petite. On les considérait comme des espèces différentes.

Munier-Chalmas en 1880 [1] remarqua que ces espèces formaient des couples : à une grande espèce, pourvue d'une petite loge initiale, correspond exactement une espèce de petite taille à grande loge. Il admit un dimorphisme des espèces : ainsi Nummulites lævigata Lmk. (fig. 75, b) était la grande forme à petite loge de Nummulites Lamarcki d'Arch. (a), etc. Ne trouvant pas de forme de petite taille pourvue d'une petite loge, il admit que la forme à grande loge était le jeune : à un certain stade du développement, ces êtres devaient résorber leur grande loge initiale et la remplacer par un prolongement centripète de leur spire, terminé par une petite loge.

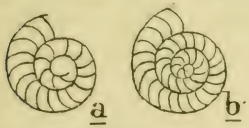


Fig. 75. Nummulites Lamarcki d'Arch. (a); N. lævigata Lmk. (b)

Munier-Chalmas et Schlumberger [2] étendirent le dimorphisme aux Biloculines et Triloculines. Schlumberger appelle forme A celle à grande loge, et B celle à petite loge : (pour lui B provient de A). Lister (1895) a remplacé ces noms par ceux de microsphérique et mégalosphérique.

Depuis lors, Rhumbler [3] a trouvé des traces de dimorphisme même chez les monothalames et chez les formes à coquille incrustée de grains de sable : tels que Cornuspira ;

---

(1) (Bull. Soc. Géol. France (3) VIII, p. 300)

(2) (C.R. Ac. Sci. XCVI, 1883, p. 862 et 1598 ; Bull. Soc. Géol. France, XIII, 1885 p. 273, etc.)

(3) (Verh. Deutsch. Zool. Ges. XV, 1905, p. 99)

Ammodiscus (fig. 76 a-b) Psammonyx vulcanicus (c-d).

Le phénomène parait donc général chez les Foraminifères.

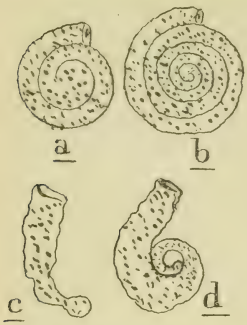


Fig. 76. a. Ammodiscus incertus (d'Orb.) forme A; b. id. forme B; c. Psammonyx vulcanicus Döderlein, forme A; d. id. forme B. (d'après Rhumbler)

L'explication de Munier-Chalmas et Schlumberger n'allait pas sans difficulté. Van der Brock observa par exemple, dès 1893, que les différences existant entre les deux formes s'étendent bien au dela du volume de la grande loge initiale : il ne suffirait donc pas que cette loge soit détruite et remplacée par un prolongement de la spire, il faudrait qu'il y ait destruction et reconstruction d'une partie importante de la coquille.

En effet, dès 1885, Munier-Chalmas et Schlumberger avaient décrit, chez beaucoup d'espèces, des différences très importantes entre les deux formes.

Ainsi chez les Biloculines, tandis que la forme mégalosphérique affecte la forme biloculine dès l'origine et se développe sans modifications, la forme microsphérique souvent (fig. 77) est d'abord quinqueloculine à l'état jeune (loges 1, 2, 3, 4, 5.) ; puis les loges deviennent progressivement plus embrassantes et on passe peu à peu à une forme triloculine (6, 7, 8 et 7, 8, 9),

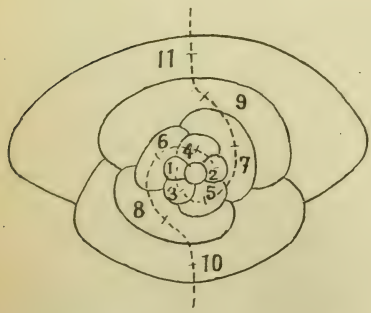


Fig. 77. Biloculina. forme B. Coupe transversale (d'après Munier et Schlumberger.)

enfin à la forme définitive biloculine (9, 10, etc.). Si on joint par une ligne les centres de figure des loges de rang impair et par une autre celui des loges de rang pair, on obtient deux courbes suivant lesquelles on peut imaginer que le plan de symétrie a progressivement tourné avant de se fixer dans sa position définitive.

La même chose a été observée chez les Triloculines : la forme microsphérique commence souvent par être quinqueloculine et le stade définitif, triloculine, s'établit peu à peu de la même manière.

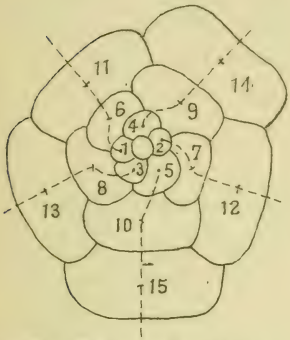


Fig. 78. Quinqueloculina
forme B. Coupe transversale.

Enfin, même chez les Quinqueloculines il existe quelque chose d'analogue (fig. 78), en ce sens que, dans les formes microsphériques, les 5 premières loges, souvent, ne sont pas dans les plans d'enroulement définitifs, que les loges suivantes atteignent et finissent par conserver : il y a une sorte de torsion autour de l'axe du corps.

Munier-Chalmas et Schlumberger ont même découvert un polymorphisme initial. Ainsi Idalina antiqua d'Orb. à l'état adulte est monoloculine, parce que les loges deviennent de plus en plus embrassantes et que les dernières finissent par entourer toutes les précédentes. Sa forme microsphérique commence par être quinqueloculine, puis passe à l'état triloculine, puis biloculine, enfin monoloculine. Or la forme mégalosphérique peut commencer par être, soit biloculine (fig. 79. a), soit triloculine (b), soit quinqueloculine (c) ; l'état final est toujours le même, monoloculine (c).

Frappé de ces différences importantes dans les parties centrales des coquilles, Schlumberger à partir de 1893 [1] se tenait sur la réserve et ne faisait

(1) (Mém. S.Z.F., VI)

plus d'hypothèses sur l'origine du dimorphisme et Rhumbler (1) révoquait en doute l'explication proposée.

En 1894, J.J. Lister (2) affirma que les deux formes sont distinctes dès le jeune âge. Seulement la forme microsphérique est bien plus rare que l'autre forme; il s'est trouvé que Munier-Chalmas et Schlumberger n'en ont pas observé de jeune, mais il en existe.

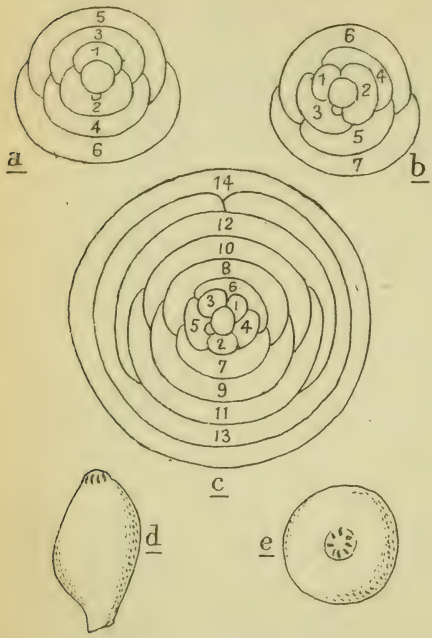


Fig. 79. Idalina antiqua (d'Orb.)

a. forme mégalosphérique, stade initial biloculine, premières loges, coupe transversale.

b. idem, stade initial triloculine;

c. stade initial quinqueloculine, jusqu'à l'état final monoloculine;

d. Vue extérieure de profil;

e. Vue par le pôle supérieur, montrant la bouche grillagée

(Imit. Munier et Schlumberger)

Cycle évolutif. – Enfin la même année, 1895, Lister (3) et Schaudinn (4) décrivirent le cycle à peu près complet de Polystomella crispa (L.).

C'est un animal marin, de nos côtes, ayant l'aspect d'un petit Gastéropode, de 1mm de diamètre, enroulé dans un plan, à nombreuses loges par tour. Ces loges sont séparées par des cloisons, convexes vers

(1) (Z. Centrlbl. I, 1894, p. 310)

(2) (P. Roy. Soc. LVI, p. 155)

(3) (Phil. Trans. Roy. Soc. CLXXXVI, p. 401)

(4) (S.B. Naturf. Fr. Berlin, 1895, p. 87.)

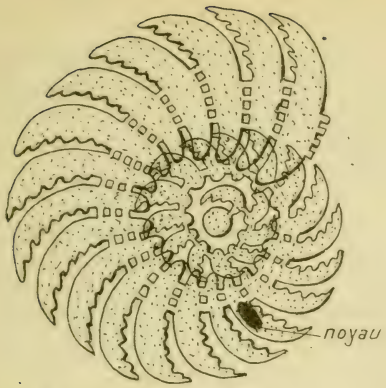


Fig. 80. Polystomella crispa, décalcifiée; *(forme mégalosphérique. Le contenu des chambres est seul conservé. (d'ap. Lister).*

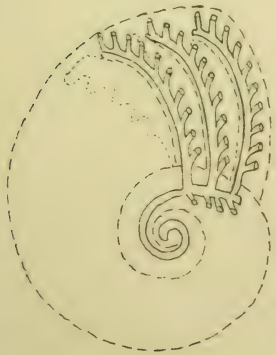


Fig. 81. Schéma des canaux de Polystomella crispa.
La Coquille est supposée transparente. 3 canaux méridiens et le canal spiral sont seuls figurés en traits pleins.

la bouche; elles communiquent par une série de trous percés contre leur plancher; elles sont largement embrassantes sur les côtés et envoient en arrière des prolongements en cul de sac (fig. 80, 82). L'ombilic de la coquille est comblé de chaque côté par un dépôt secondaire. Il s'ajoute à cela, de chaque côté, un canal spiral (fig. 81-82), suivant la suture vers l'extrémité des prolongements latéraux des chambres. Dans chaque cloison, ces canaux spiraux sont réunis par un canal en arc, qui émet une série de canalicules, allant s'ouvrir à l'extérieur ou dans les loges plus externes. Il y a un système compliqué de canaux dans l'ombilic.

La forme microsphérique (fig. 84-a) est 34 fois plus rare que l'autre. C'est en réalité un schizonte ou agamonte. Elle possède de nombreux noyaux et des chromidies.

D'après Lister ces noyaux se multiplient par amitose; d'après Schaudinn par une fragmentation spéciale[1]: le noyau d'abord massif (fig. 83-a) se vacuolise (b-c). Sa chromatine s'accumule au centre (d-e) sous forme d'un caryosome, puis celui-ci se fragmente (f-g) et ses morceaux deviennent libres dans le cytoplasma (h).[2]

A un moment donné, en 12 heures environ, tout le protoplasma sort de la coquille et se divise en deux centaines de petites Amibes, à pseudopodes ré-

Fig. 82. Coupe transversale de Polystomella crispa (L.) passant à travers la loge initiale et dans l'épaisseur des cloisons séparant les chambres. Les cloisons sont ponctuées; la paroi de la coquille et les canaux sont en blanc. (d'ap. Lister.)

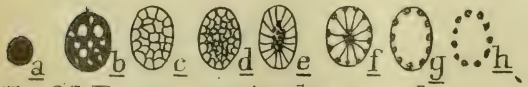


Fig. 83. Fragmentation du noyau des Foraminifères (d'ap. Schaudinn)

(1) (Biol. Centrlbl. XIV, 1894, p. 164)

(2) (C'est la polyrhéomitose d'Alexeieff)

ticulés (fig. 84 b). Chacune secrète une coquille calcaire et ressemble alors à une petite Gromie (c). Cette coquille est la loge initiale d'une forme mégalosphérique : une partie du protoplasma en déborde et sécrète une 2ème loge (d) puis une 3ème etc (e). Ainsi se forme l'animal mégalosphérique (f) qui contient un gros noyau. C'est un gamonte.

Schaudinn affirme (1) que les jeunes Gromies ne contiennent pas de noyau, mais seulement des chromidies et que le gros noyau de la forme mégalosphérique se forme par condensation de ces chromidies. Winter chez Peneroplis (2) a confirmé ce mode de formation

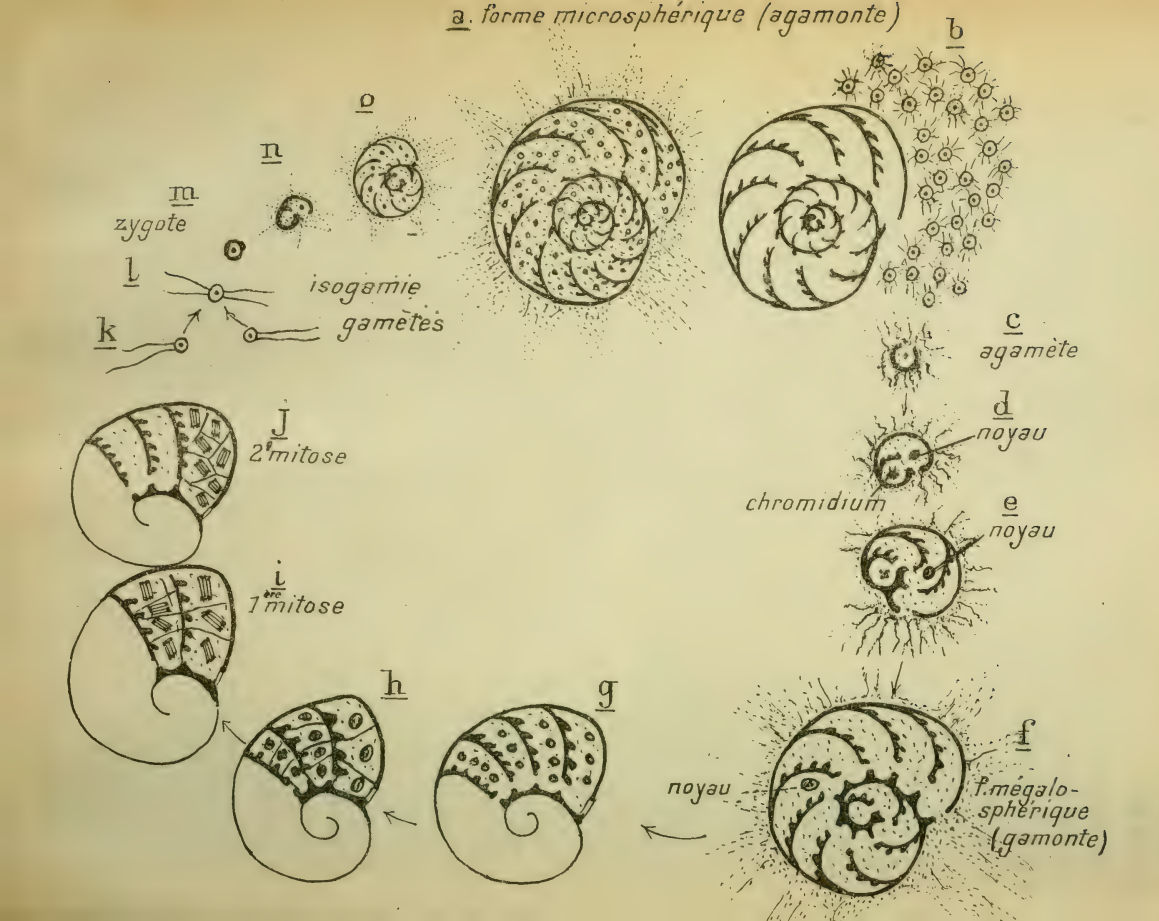
Au contraire Lister (3) a vu, dans chaque embryon gromiiforme, un noyau : il peut être masqué par les chromidies qui s'accumulent en amas irréguliers, mais il persiste. A mesure que des loges sont formées, il passe de chambre en chambre, en s'étranglant pour franchir les pores de communication, de façon à se maintenir toujours à peu près dans la loge moyenne de la série. Il peut s'en détacher des morceaux.

A la fin de la vie végétative, ce gros noyau disparait, et à sa place s'en montrent de nombreux petits. Lister suppose que ce sont des fragments du gros. Schaudinn et Winter les font encore naître de chromidies agglomérées. Hartmann (4) pense que le gros noyau est polyénergide et se résout en ses éléments.

Ces petits noyaux se distribuent également dans toute la masse du corps (g) et le protoplasma se fragmente en cellules autour d'eux (h). Puis chaque cellule se divise mitotiquement (par pannitose d'après la description de Winter) deux fois de suite (i. j). Schaudinn a suivi

---

(1) (1895 et Arb. Gesundh. XIX, 1903, p. 550.)
(2) (A. Prot. X, 1907, p. 101.)
(3) (Zoology Lankester, I-2 ; p. 70.)
(4) (Biol. Centrlbl. XXIX, 1909, p. 486)


a. forme microsphérique (agamonte)
b
c
agamète
d
noyau
chromidium
e
noyau
f
f. mégalo-
sphérique
(gamonte)
noyau
g
h
i
1re mitose
J
2e mitose
k
l
isogamie
gamètes
m
zygote
n
o

le phénomène chez le vivant [1]. Ces cellules se transforment en gamètes à deux flagelles (k) (1 chez Peneroplis) qui se conjuguent par isogamie (l), à condition de provenir d'individus différents. La caryogamie demande 5 à 6 heures. Le zygote (m) est beaucoup plus petit que les agamètes : aussi la première loge qu'il forme est-elle une microsphère (n). Le noyau se divise plusieurs fois mitotiquement à mesure que se forment les premières loges (o) ; quand il y en a 7 environ, les noyaux se fragmentent comme nous l'avons vu au début.[2]

En somme il y a alternance d'une génération asexuée (agamonte = microsphérique) avec une génération sexuée (gamonte = mégalosphérique).

Mais cette alternance n'est pas toujours absolue. Ainsi chez Orbitolites complanata Lmk., il peut y avoir plusieurs générations mégalosphériques consécutives : il se forme, à la périphérie, de grandes chambres incubatrices, où le protoplasma s'accumule au moment de la reproduction et où se développent les embryons gromiiformes : or Lister a trouvé des formes mégalosphériques, contenant de jeunes formes mégalosphériques dans leurs chambres incubatrices.

Classification. Carpenter, nous l'avons vu, divise en 2 sous-ordres :

1° Imperforata : une seule (ou deux) grandes ouvertures pour les pseudopodes.

2° Perforata : ayant, en outre, de fins pores.

---

(1) (Arb. Gesundh. XIX, 1903, p. 552)

(2) (Schaudinn, 1903, p. 552)

Cette classification est assez artificielle : ainsi parmi les Arénacés Astrorhizidea Brady, les uns sont perforés, les autres imperforés. L'existence de formes analogues dans les deux groupes indiquerait aussi un rapprochement possible entre les deux séries. Enfin et surtout chez un certain nombre d'Imperforés tels que Peneroplis, Orbiculina, Orbitolites, la loge initiale et quelquefois les premières loges suivantes sont perforées de fins pores.

Max Schultze a proposé de diviser en : Monothalames (à une seule loge) et Polythalames (à plusieurs loges, ces derniers tous marins). Mais cette distinction n'est pas moins artificielle, les Polythalames commençant naturellement tous par être Monothalames.

Brady, Lister, Rhumbler (1) divisent en 10 familles ou sous-ordres.

Nous suivrons la classification de Delage et Hérouard qui acceptent la division de Carpenter.

1er Sous-ordre Imperforata Carpenter.

3 tribus :

1° Gromidea : coquille non calcaire, monothalame

2° Miliolidea : coquille calcaire mono- ou polythalame.

3° Arenacea : coquille formée de grains de sable agglomérés.

1ère Tribu Gromidea Claparède et Lachmann.

Coquille monothalame, membraneuse, chitineuse ou siliceuse, mais non calcaire.

Gromia Duj. (fig. 85) ; coquille ovoïde, chitinoïde, flexible. Le protoplasma entoure en grande partie la coque, débordant par la bouche de la coquille, et émet des pseudopodes anastomosés en réseau. Marin et d'eau douce.

---

(1) (A. Prot. III, 1903, p. 181.)

Fig.85. Gromia oviformis Duj.

Schaudinn a fait un genre Hyalopus pour Gromia Dujardini M. Sch., forme marine à pseudopodes hyalins qui ne seraient pas anastomosés. Mais Awerinzew[1] y a trouvé des anastomoses. Cette coquille est percée de pores (ibid.) et contient de la silice. Elle peut devenir ramifiée, atteindre 5 mm, et acquérir plusieurs orifices et de nombreux noyaux. Le protoplasma se cloisonne autour d'eux et donne des gamètes à un cil qui se conjuguent par isogamie.

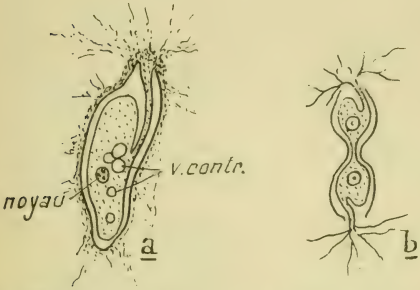


Fig.86. Lieberkühnia paludosa Cienk.

Lieberkühnia Clap. et Lach. (fig. 86-a), asymétrique, a une coquille très mince qui se divise avec l'animal (b). Plusieurs vésicules pulsatiles.[2]

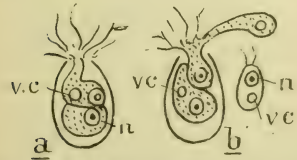


Fig.87. Mikrogromia socialis Arch.

Mikrogromia R. Hertwig, d'eau douce, possède une vésicule contractile (fig. 87. v.c.). La coque étant rigide, la division a lieu dans la coque (a-b) et l'un des individus-filles en sort et se munit de deux cils (c). Il peut se former des colonies.

Euglypha Duj.[3]. Eau douce (fig. 88-a) Coquille formée de plaquettes siliceuses. Pseudopodes peu anastomosés. Une vé-

---

(1) (Z. Anz. XXXV, 1910, p. 425.)

(2) (Penard. A. Prot. VIII, 1907, p. 229)

(3) (εὖ, bien; γλυφή, sculpture.)

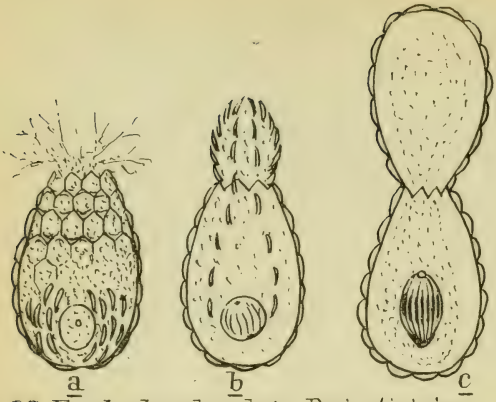


Fig.88. Euglypha alveolata Duj., division.

sicule pulsatile. En prévision de la division il se forme de nouvelles plaquettes autour du noyau; puis le protoplasma déborde par la bouche de la coquille et les plaquettes nouvelles viennent se ranger autour de l'individu-fille (b). Le noyau se divise pendant ce temps par mésomitose (c).

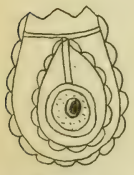


Fig.89. Euglypha enkystée.

Pour s'enkyster[1] l'animal sécrète d'abord un diaphragme hyalin qui ferme la bouche de la coquille, puis il se contracte; les plaquettes qu'il contient viennent lui former une coque ovale sans orifice. Après nouvelle contraction, il sécrète enfin un kyste rond, suspendu par un ligament hyalin (fig. 89).

Popoff a décrit la formation de noyaux secondaires aux dépens de chromidies et la formation de gamètes à un cil.

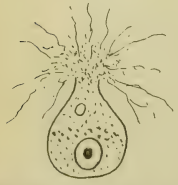


Fig.90. Chlamydophrys stercorea (Cienk.)

Chlamydophrys stercorea Cienk.[2] Eau douce putréfiée et excréments de Mammifères; ressemble à une Mikrogromia. Une ou plusieurs vésicules contractiles; se divise comme une

---

(1) M. Popoff. (A. Prot. XXV, 1912, p. 10)

(2) (χλαμύς, manteau; ὀφρύς, sourcil.)

Arcelle ou une Euglypha. Schaudinn[1] a vu se former par plastogamie des individus géants à 8-12 noyaux, qui finissent par confluer en un énorme noyau unique.

Il dit avoir vu l'animal rejeter une partie de son protoplasma avec son noyau et ne garder que des chromidies, aux dépens desquelles se forment les noyaux secondaires des gamètes ovales, à 2 flagelles, qui se conjuguent avec ceux d'un autre individu. Le zygote s'entoure d'un kyste que Schaudinn n'a pu faire germer qu'après l'avoir fait avaler à des Souris ou l'avoir avalé lui même[2]. (Pourtant Dobell[3] dit que le kyste peut se développer sans avoir traversé l'intestin). Dans les fèces il nait une petite Amibe qui s'entoure d'une coquille.

L'Amibe peut aussi naître dans l'intestin même, surtout si son contenu est alcalin : alors elle se multiplie sans former de coquille. Schaudinn pense qu'elle finit par dégénérer.[4]

Lieberkühn puis Leyden avaient décrit dans le liquide de l'ascite (hydropisie abdominale) une Amibe que Schaudinn avait appelée Leydenia gemmipara[5]. Cet être possède une vésicule pulsatile, bien que parasite, se nourrit de globules rouges et blancs, se divise et se fusionne souvent avec d'autres par plastogamie. Plus tard il s'aperçut[6] que c'étaient des Chlamydophrys stercorea déformés et parvenus accidentellement (on ne sait

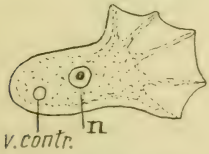


Fig. 91. Leydenia gemmipara Schaudinn.

(1) (Arb. Gesundh XIX, 1903, p. 561.)
(2) (ibid. p. 549.)
(3) (Q. J. Micr. Sci. LIII, 1909, p. 259.)
(4) (l. c. p. 563.)
(5) (S. B. Ak. Berlin. 1896, p. 951.)
(6) (Arb. Gesundh. XIX, 1903, p. 563.)

comment) dans le péritoine.

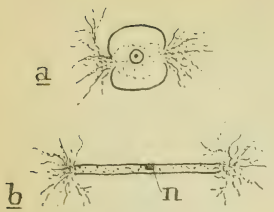


Fig. 92. a. Ditrema.
b. Shepheardella.

Ditrema Archer [1] possède deux bouches opposées. Eau douce.

Shepheardella Siddal, coquille en tube chitineux, allongé; marine.

2ème Tribu Miliolida Carpenter emend.

Coquille typiquement calcaire; mais dans les grands fonds le calcaire est dissous: il ne reste alors que le ciment chitineux ou siliceux.

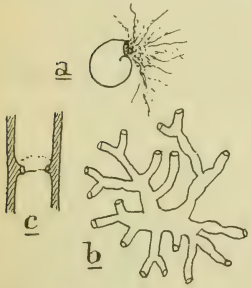


Fig. 93. Calcituba polymorpha. Roboz.

Squammulina M. Schultze; monothalame, fixée par une face latérale.

Calcituba Roboz, étudiée par Schaudinn dans des aquariums d'eau douce [2]. Au début c'est une Amibe réticulée, plurinucléée, qui se fixe sur une algue et construit une loge un peu spiralée (fig. 93. a). Puis les gros prolongements protoplasmiques qu'elle émet s'entourent de tubes calcaires: l'animal prend alors la forme d'un bouquet de tubes partant d'une chambre commune (b), les tubes étant divisés en articles par des diaphragmes très réduits (c). Plus tard la partie centrale de la masse peut se détacher et les tubes former autant d'individus distincts. La partie centrale, devenue libre, peut se fixer et reprendre son évolution. Parfois l'extrémité du contenu des tubes s'égrène en petites Amibes qui peuvent se diviser et donner naissance à d'autres individus.

Cornuspira M. Schultze [3] est monothalame et spiralée.

(1). (δίς, deux fois; τρῆμα, trou)

(2) (Biol. Centrlbl. XIV, 1894, p. 161; Z.W.Z, LIX, 1895, p. 191.)

(3) (cornu, corne; spira, spire.)

Marine, comme les suivants (fig. 70. b).

Miliola Lmk.[1] On réunit souvent dans ce grand genre les genres : Spiroloculina, Biloculina, Triloculina, Quinqueloculina d'Orb. Tous ont un enroulement spiral à deux loges par tour.

Idalina M. Ch. et Schlumb., fossile ; état final uniloculaire (fig. 79).

Fig. 94. Peneroplis pertusus Forsk.

Peneroplis Montfort (fig. 94). Aplati ; loges non embrassantes, d'abord spiralées, puis déroulées et en croissant. Marin.

Orbiculina Lmk.[2] débute comme Peneroplis, mais les loges sont subdivisées par des cloisons radiaires. Plus tard, devient flabelliforme (fig. 95. a) ou orbiculaire (b). Vivant et fossile.

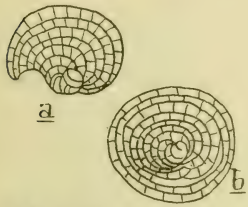


Fig. 95. Orbiculina adunca Fichtel et Moll.

Orbitolites Lmk.[3] (fig. 96.), très analogue ; les loges deviennent très rapidement annulaires. L'ensemble prend la forme d'un disque. Vivant et fossile.

Fig. 96. Orbitolites tenuissima Carpenter.

Alveolina d'Orb.[4] (fig. 97), présente un enroulement spiralé dans un plan. Les loges sont très embrassantes et le tout prend un aspect ovoïde ou même fusiforme, en s'allon-

Fig. 97. Alveolina melo Fichtel et Moll.

---

(1) (milium, millet)
(2) (orbiculus, petit disque)
(3) (orbita, orbite)
(4) (alveolus, navette)

geant suivant l'axe d'enroulement. Vivant et fossile.

3ème Tribu Arenacea Bütschli

Coquille formée de particules étrangères.

Ce groupe paraît très artificiel, car il réunit des êtres imperforés ou perforés, imitant les formes d'autres groupes.

Delage et Hérouard y reconnaissent deux sous-tribus :

1° Astrorhizidea : forme asymétrique, d'ordinaire en tubes branchus.

2° Lituolida : coquille rappelant la forme de certains Milioles.

1ère Sous-tribu Astrorhizidea Brady

Là semble devoir prendre place le genre Halyphysema[1] décrit par Bowerbank comme une Eponge siliceuse marine[2]

Carter[3] le rapprocha des Rhizopodes. Haeckel[4] en fit le type d'une classe d'Eponges inférieures, les Physemaria, qui représenteraient la gastrula primitive encore vivante, les Gastréades actuels. Il y décrivit deux assises cellulaires et une cavité gastrique.

Mais Möbius[5], Norman[6], Kent[7], Lankester[8], Bütschli[9] les rapprochèrent des Foraminifères.

---

(1) (ἅλς, eau salée ; φύσημα, bulle.)

(2) (Phil. tr. Roy. Soc. 1862 et Monograph. Brit. Spongidæ, 1864-1866)

(3) (Ann. Nat. Hist. (4), V, 1870)

(4) (Jena Z. 1876)

(5) (Ber. 49. Vers. Naturf. Hamburg. 1876)

(6) (Ann. Nat. Hist. (5), I, 1878

(7) (Ibid (5) II.)

(8) (Q. J. Micr. Sci. IX, 1879)

(9) (Bronn. p 194)

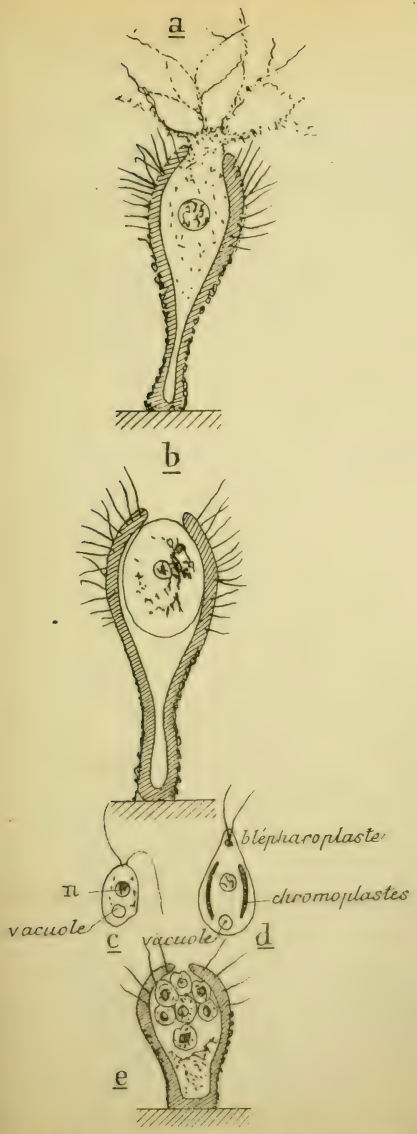


Fig. 98. Halyphysema Tumanowiczi. Bowerb.

Haeckel (1) prétendit que l'Halyphysema de Möbius était un autre animal que le sien et proposa le nom de Prophysema pour l'Eponge, conservant le nom de Halyphysema pour le Foraminifère; mais l'existence de l'Eponge en question reste problématique et il est bien probable que Haeckel a confondu un Foraminifère avec un Olynthus.

Schepotieff (2) a fixé la place de Halyphysema parmi les Arénacés. Il étudie H. Tumanowiczi Bowerb. de Ceylan et de Naples qui atteint 1 à 3 mm, présente un seul noyau, pas du tout de cavité gastrique et agglutine des grains de sable, des spicules d'Eponge, des coquilles de Foraminifères, de Diatomées, etc, qu'il réunit par un ciment organique (fig. 98. a). Il se nourrit de Diatomées. Il peut produire par bourgeonnement une colonie ramifiée: le noyau s'y multiplie par mésomitose.

Schepotieff décrit ainsi la gamogonie: il y a émission de chromidies et formation à leurs dépens de noyaux secondaires pendant que le noyau primaire disparait. L'animal s'enkyste (fig. 98. b) dans sa coquille qui se détruit. De certains kystes

(1) (Challenger XXXII, Deep Sea Keratosa, p. 26.)

(2) (Z. Jahrb. Anat. XXXII, 1912, p. 43)

naissent des macrogamètes (de 10-15 μ) (d), d'autres des microgamètes (de 3-5 μ) (c), tous à deux flagelles. La conjugaison n'a pas été vue; elle paraît produire un zygote amibiide, qui s'entoure de particules étrangères et devient un agamonte, de forme analogue au gamonte, mais moitié plus petit. L'agamonte devient plurinucléé par une nouvelle formation de noyaux aux dépens de chromidies. Il peut y avoir ensuite division mitotique de ces noyaux, et formation (e) de nombreuses Amibes uninucléées, qui redeviennent le gamonte d'où nous sommes partis.

Leon[1] a décrit, sans le figurer, un nouveau type, Prophysema Hæckeli, de Norvège, qui serait un vrai Gastréade. Schepotieff révoque en doute cette observation.

Gastrophysema Hæckel ne diffère qu'extérieurement du précédent par des rétrécissements.

2ème Sous-tribu Lituolidea Brady.

Coquille rappelant la forme de certains Miliolidés; souvent perforée.

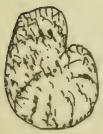


Fig. 99. Lituola nautiloidea (d'Orb.)

Lituola Lmk.[2]: loges recoupées irrégulièrement, d'abord spiralées, puis pouvant se dérouler (fig. 99).

Ammodiscus Reuss[3]; imité Cornuspira (fig. 76. a. b)

Psammonyx Döderlein[4]; assez déroulé, dimorphisme accentué (fig. 76. c. d)

2ème Sous-ordre Perforata Carpenter

Coquille percée de nombreux pores, fins et réguliers, en

---

(1) (Z. Anz. XXVI, 1903, p. 418)

(2) (lituus, bâton d'augure)

(3) (ἄμμος, salle; δίσκος, disque.)

(4) (ψάμμος, sable; ὄνυξ, griffe.)

outre de la bouche.

On peut les classer par leur enroulement:

1ère Tribu Lagenidea Carpenter.

Pas d'enroulement, pores fins, pas de canaux.

Lagena Walker et Jacobs[1] monothalame (fig. 100-a)

Nodosaria Lmk.,[2] série de Lagena bout à bout (fig. 100. b)

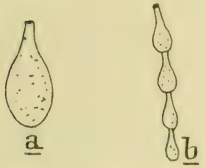


Fig. 100. a. Lagena lævis Montagu.
b. Nodosaria pyrula d'Orb.

2ème Tribu Chilostomellidea Brady

Ce sont des Milioles perforées.

Chilostomella Reuss[3]: sorte de Biloculine perforée.

3ème Tribu Textularidea Brady.

Enroulés en hélice ou turriculés. Pores fins.

Textularia Defr.,[4] en hélice, à loges alternantes (fig 101-a)

Bulimina d'Orb.,[5] aspect de Gastéropodes (fig. 101. b)

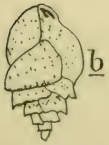


Fig. 101. a. Textularia sagittula Def. supposée transparente
b. Bulimina marginata d'Orb.

4ème Tribu Globigerinidea Brady.

Enroulement en spirale obscure.

---

(1) (Lagena, fiole)

(2) (nodosus, noueux)

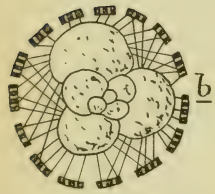
(3) (χεῖλος, lèvre; στόμα, bouche)

(4) (textus, tissé)

(5) (Bulimus, genre de Mollusques)

Pores gros. La plupart pélagiques.

a



b

Fig. 102. a. Globigerina bulloïdes d'Orb.
b. Orbulina sp. (schéma)

Globigerina d'Orb.[1] formée de grosses loges sphériques (fig. 102. a). Le test porte souvent des épines. Certaines Globigérines ne sont que de jeunes Orbulines.

Orbulina d'Orb.[2], monothalame à l'état adulte, formant une sphère à perforations de deux tailles, et où la bouche n'est que rarement distincte. Cette grande loge entoure la coquille jeune, à forme Globigérine, qui dégénère ensuite (fig. 102. b) On avait d'abord cru à un dimorphisme. Rhumbler[3] a démontré que les deux formes correspondaient à deux âges.

Les Globigérines vivent dans les eaux chaudes superficielles. Leurs débris forment la boue à Globigérines des profondeurs moyennes de la mer tropicale. Au dessous de 5500m le calcaire est dissous et les Globigérines disparaissent. Wyville Thomson[4], comparant la boue à Globigérines à une figure d'Ehrenberg représentant une coupe de craie, prétendit que la boue était de la craie en formation et que nous vivions à la période crétacée. Mais Munier-Chalmas et Schlumberger[5] montrèrent que la figure d'Ehrenberg représentait, non pas de la craie secondaire, mais bien une marne crayeuse pliocène de Sicile, et que la composition et la faune de la boue étaient totalement différentes de celles de la véritable craie.

---

(1) (globus, globe; gerere porter.)
(2) (orbis, sphère)
(3) (Z. Anz. XVII, 1894, p. 196.)
(4) (The depth of the Sea
(5) (Bull. Soc. Geol. Fr^ce. XIII, 1885, p. 274 et XII, 1884, p. 629.
Cf. Cayeux, thèse Paris, 1897, p. 495.)

5ème Tribu Rotalidea Brady.

Fig. 103. Rotalia Soldanii d'Orb.

Coquille turriculée, pores gros. Parfois des canaux.

Rotalia Lmk.,[1] aspect de Gastéropode (fig. 103.)

6ème Tribu Nummulitidea Carpenter emend. Brady.

Enroulement symétrique, pores fins, parfois des canaux.

Operculina d'Orb.[2] est une sorte de Peneroplis perforé, mais à tours légèrement embrassants.

Heterostegina d'Orb.[3] est une Orbiculina perforée.

Cycloclypeus Carp.[4] est un Orbitolites perforé,

Fusulina Fischer,[6] une Alvéoline perforée

Là se place notre type :

Polystomella Lmk.,[5] à enroulement spiralé, nombreuses loges non subdivisées, à prolongements en arrière; des canaux. Côtes d'Europe.

Nummulites Lmk.,[7] sorte d'Alvéoline perforée, aplatie dans le plan d'enroulement, à tours entièrement embrassants, les cloisons ayant un parcours compliqué vers l'axe. Des canaux.

---

(1) (rota, roue)

(2) (operculum, couvercle)

(3) (ἕτερος, différent; στέγος, chambre)

(4) (κύκλος, cercle; clypeus, bouclier rond)

(5) (πολύς, beaucoup; στόμα, bouche)

(6) (Fusus, fuseau)

(7) (nummus, monnaie)

Appendice I

On peut placer en appendice quelques êtres douteux.

Eozoon canadense Dawson[1]. On trouve dans la plus élevée des trois bandes de calcaire cristallin, intercalées dans les veines gneissiques du Laurentien du Canada des sortes de rognons, contenant des bandes de calcaire, qui alternent avec des bandes de serpentine, renflées par places (fig. 104.)

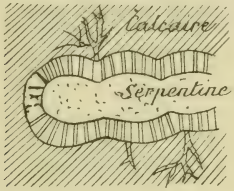


Fig. 104. Eozoon canadense Dawson.

A la limite entre les deux substances il y a d'ordinaire une couche fibreuse, dont les stries sont à peu près perpendiculaires aux lames de serpentine. Pour Dawson, et plus tard pour Carpenter, ce seraient là, les loges d'un Foraminifère, remplies de serpentine; la couche fibreuse serait la paroi perforée de ces loges.

Gümbel[2] décrivit ensuite Eozoon bavaricum de Bavière. On en découvrit plus tard en Finlande, etc.

King et Rowney[3], puis Hahn[4], enfin Möbius[5] expliquèrent cette apparence par l'action réciproque de la serpentine et du calcaire: il ne s'agit pas là d'un organisme.

---

(1) (ἠώς, aurore; ζῶον, animal)

(2) (S.B. Bayr. Ak. 1866)

(3) (Q.J. Geol. Soc. XXII

(4) (Würtemb. Naturw. Jahresb. 1876) mais Hahn est revenu sur son interprétation: il croit à un végétal, l' Eophyllum.

(5) (Amer. J. Sci. Arts., 1879)

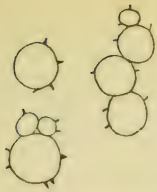


Fig.105. Foraminifères précambrien.

Cayeux[1] a décrit dans le Précambrien de Saint-Lô de petites sphères percées de trous, parfois épineuses, souvent groupées, atteignant 10 μ au plus, qu'il considère comme des Foraminifères (fig. 105).

Les Foraminifères sont connus avec certitude depuis le Cambrien

Caractères : Ordre 2e : Foraminifères : Amœbiens réticulés, à coquille.

C'est un grand groupe à affinités assez imprécises et très difficile à classer en raison de la grande variabilité des caractères des genres.

Carpenter[2] va jusqu'à dire que la notion d'espèce n'est pas applicable aux Foraminifères et que n'importe quoi y passe à n'importe quoi : " Everything passes into everything else", ce qui est certainement exagéré.

Appendice II

Xenophyophora[3] F. E. Schulze.

C'est probablement aussi en appendice aux Foraminifères qu'il faut placer le groupe encore énigmatique des Xenophyophora, créé par Franz Eilhard Schulze pour des organismes découverts dans les mers tropicales, par 980 à 2500 m.[4] Hæckel en avait fait des Eponges[5]. Schepotieff[6] en a retrouvé à Ceylan tout près de la surface.

---

(1) (C.R. Ac. Sci. CXVIII, 1894, p. 1433.)

(2) (Challenger, VII, Orbitolites, p. 9)

(3) (ξενοφυής, étranger ; φορέω, je porte)

(4) (Wiss. Ergebn. Deutsch. Tief-See Exped. XI, 1905.)

(5) (Challenger XXXII, 1889.)

(6) (Z. Jahrb. Anat. XXXII, 1912, p. 245.)

Psammetta globosa[1] F. E. Schulze est une lentille plan-convexe, de 1 $\frac{1}{2}$ cm. de diamètre, reposant sur le sable par sa face plane, (fig. 106. a-b), de couleur vert-olive ou brune. A l'intérieur près de la base (c), on trouve une masse plasmodiale en anneau ou en demi-cercle, d'où partent des cordons plasmatiques rayonnants et ramifiés.

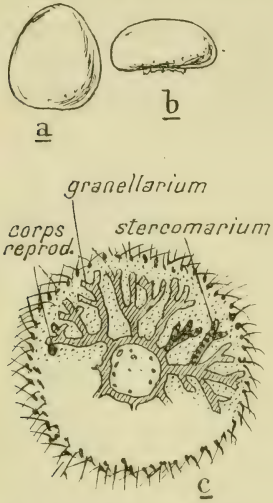


Fig. 106. Psammetta globosa F.E.Sch. a. face; b. profil; c schéma de l'organisation (d'ap. Schepotieff)

Le tout renferme de très nombreux petits noyaux. Les branches sont bourrées de cristaux de sulfate de baryte (granelles de Schulze), d'où le nom de granellarium donné à ces branches. Certains de ces granellaires se chargent de granulations brunes (stercones) et se séparent à leur base du reste de la plasmodie: ce sont des stercomarium. L'intervalle entre les branches est rempli de corps étrangers (xénophyes de Haeckel), coquilles de Foraminifères, spicules d'Eponges, grains de sable, etc. A la surface extérieure est une membrane, agglutinant des corps étrangers et formée d'une substance analogue à la spongine (Schulze). Dans les organismes âgés, on trouve vers la périphérie, sur les côtés des granellaires, des masses plasmodiales pédonculées (fig. 107-a), dont le protoplasme se sépare ensuite de celui des granellaires (b) et se découpe (c) en flagellispores à deux cils (d) qui sont probablement des gamètes; mais on ne connait pas la suite du développement.

Stannophyllum Haeckel[2] (fig. 108) a une forme foliacée, aplatie, atteignant quelques centimètres de longueur. Ici il s'ajoute aux xénophyes des filaments spéciaux, dits linelles, formant dans ce genre un système continu, que Schulze compare à un capillitium: toutefois il n'est

---

(1) (ψάμμος, sable)

(2) (στάμνος, cruche; φύλλον, feuille.)

pas en cellulose mais en une sorte de spongine. L'existence de ce capillitium est une des raisons de Schepotieff pour rapprocher ces organismes des Mycétozoaires. Peut-être vaut-il mieux les mettre auprès des Foraminifères, qui présentent aussi des formes arénacées.

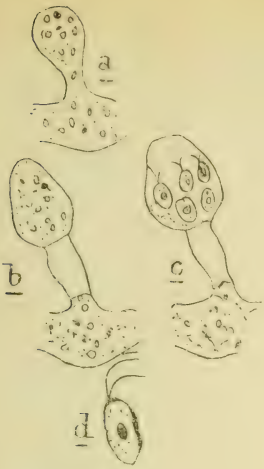


Fig. 107. Psammetta
Corps reproducteurs.

5e Sous classe Heliozoaria Hæckel.

Les Héliozoaires sont de petits Rhizopodes sphériques à pseudopodes rayonnants, peu anastomosables, pourvus d'un axostyle, ce qui les rend raides et donne à l'animal l'aspect d'un soleil (ἥλιος). Ils sont, pour la plupart d'eau douce et possèdent une vésicule pulsatile.

Fig. 108. Stannophyllum zonarium Hkl.

Actinophrys Ehrbg.[1] A. sol Ehrbg (fig. 109) est une petite sphère de 50 μ de diamètre, d'ordinaire en suspension dans l'eau douce, mais quelquefois reposant sur le fond. Les pseudopodes sont plus grands que le diamètre du corps. Il existe un ectoplasme à grandes vacuoles serrées, et un endoplasme peu ou pas vacuolaire. Le noyau est gros et placé au centre; il possède un caryosome. Les filaments axiaux des pseudopodes par-

(1) (ἀκτίς, rayon; ὀφρύς, sourcil, organe cilié.)

tent de la membrane nucléaire; ils peuvent être légèrement sinueux[1]. A la périphérie, ils refoulent la pellicule superficielle dont ils se coiffent. Quand les pseudopodes se rétractent les axostyles disparaissent et semblent se fondre dans le plasma.

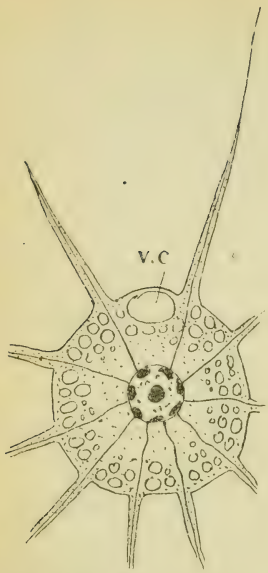


Fig. 109. Actinophrys sol Ehrbg. (Imit. Distaso)

Quand un Infusoire touche ces pseudopodes il est aussitôt collé et, s'il est de petite taille, il semble paralysé par une substance venimeuse. Les pseudopodes peuvent s'accumuler autour de la petite proie, ou bien celle-ci est englobée par le corps même de l'Héliozoaire. Si l'Infusoire est plus gros, plusieurs Actinophrys peuvent se fusionner pendant quelques heures autour de lui pour le digérer. D'après Distaso, pendant la digestion le caryosome est émis dans le cytoplasma il interviendrait pour former le zymogène nécessaire (?)

Les vacuoles alimentaires sont localisées dans l'ectoplasme. Il existe une seule vésicule pulsatile (v.c), battant en moyenne une fois par minute et faisant saillie au dehors. L'animal peut s'enkyster.

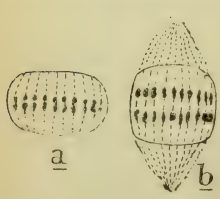


Fig. 110. Pannitose d'Actinophrys.

La division est une sorte de pannitose[2] (fig. 110, a) mais hors de la membrane apparaissent aux deux pôles, des dif-

(1) Distaso (A. Prot, XII, 1908, p. 278)
(2) Distaso p. 292

férenciations spongieuses, sortes de cônes d'attraction (b), sans centrosomes et sans asters. Distaso décrit aussi la division du noyau par amitose en 2, puis en 4; le cytoplasma se divise ensuite.

La gamogonie a été observée par Schaudinn[1]. Deux individus se rapprochent (fig. 111-a), rentrent leurs pseudopodes, s'entourent d'une enveloppe gélatineuse commune, puis chacun d'eux s'entoure d'une membrane particulière. Le noyau de chacun se porte vers la périphérie et subit une mitose hétéropolaire (b). Il en résulte un petit noyau qui dégénère, et un gros qui persiste. Ce processus se répète deux fois (c)[2]. Les deux noyaux restants se fusionnent (d) et tout aussitôt le syncargon se divise (e) pour donner deux individus-filles qui deviennent libres.

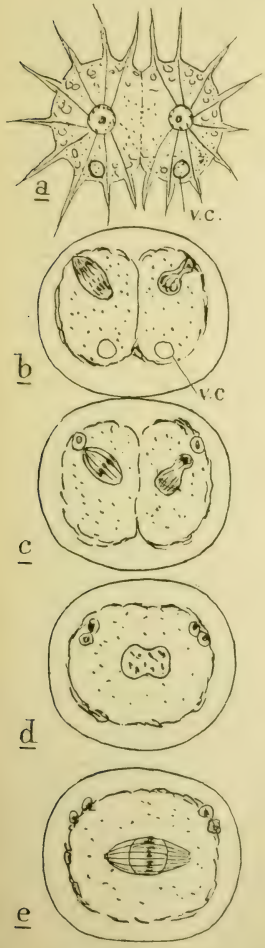


Fig. 111. Gamogonie de Actinophrys (Imit. Schaudinn)

Distaso (p. 295) prétend que les individus s'enkystent toujours isolément, se divisent ensuite en deux, rejettent chacun deux noyaux de rebut comme il vient d'être décrit et se conjuguent : ce serait alors une autogamie, mais elle paraît peu probable.

D'autres espèces d'Actinophrys sont marines et dépourvues de vésicule pulsatile.

---

(1) (S.B. Ak. Berlin, 1896, p. 83)

(2) (Doflein Lehrbuch p. 174, note; Distaso l.c.; Keipselitz, A. Prot. XI, 1908, p. 339)

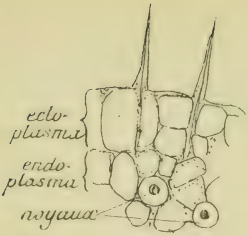


Fig.112. Fragment d'Actinosphærium Eichhorni Ehrbg.

Actinosphærium Stein, (A. Eichhorni Ehrbg.) d'eau douce, atteint 1 mm. Plusieurs vésicules contractiles et nombreux noyaux. Les axostyles se terminent librement dans le plasma, sans rapport visible avec les noyaux. Ceux-ci se divisent comme ceux d'Actinophrys. Plasmotomie et plastogamie fréquentes.

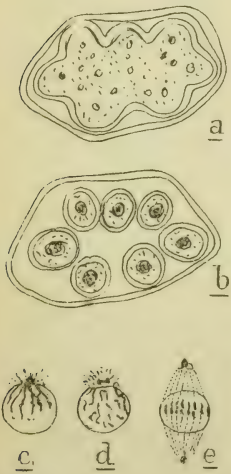


Fig.113. Gamogonie de Actinosphærium.

R. Hertwig[1] a décrit la gamogonie. Un individu s'entoure d'un kyste gélatineux (fig. 113. a), puis il y a réduction du nombre des noyaux: Hertwig admet qu'un bon nombre dégénèrent. Brauer[2] a observé leur fusion deux à deux. Toute la masse se divise en cellules dont chacune s'entoure d'un kyste à spicules siliceux (b). Puis chaque cellule se divise en deux. Il y a alors rejet de deux noyaux abortifs par une mitose spéciale: il sort du noyau un peu de substance spongieuse qui se condense et devient un centrosome (c). Celui-ci se divise (d) et gagne les sommets des deux cônes d'attraction (e). Enfin les deux noyaux restants se fusionnent. C'est une autogamie; mais les noyaux primitifs résultaient déjà d'une fusion de noyaux, et ceux-ci grâce à la plastogamie pouvaient provenir de deux individus différents.

---

(1) (Abh. Bayer. Ak. XIX, 1898, p. 631.)
(2) (Z. W. Z., LVIII, 1899, p. 197.)

Camptonema Schaudinn [1] animal marin des côtes de Norvège, présente encore un mode différent d'insertion des axostyles : chacun d'eux se termine par un épattement contre un des multiples noyaux.

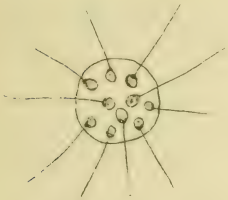


Fig. 114. Camptonema nutans Schaudinn.

Myxastrum Haeckel, est placé ici par Schaudinn. [2]

Actinocoma Penard [3] du lac de Genève, s'éloigne des autres Heliozoaires par ses pseudopodes en balai, sans axostyle. 15 - 20 μ, sans les pseudopodes.

Tous ces genres sans squelette constituent le :

1er Ordre : Aphrothoraca.
R. Hertwig. [4]

Dépourvus de squelette.

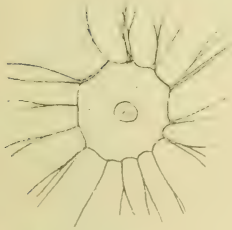


Fig. 115. Actinocoma ramosa Penard.

2ème Ordre : Chlamydophora
Archer [5]

Une enveloppe gélatineuse, agglutinant souvent des grains de sable.

Lithocolla F. E. Schulze [6] agglutine du sable. Un seul noyau. Marin et d'eau douce.

---

(1) (S B Ak. Berlin, LII, 1894, p. 1227; καμπτός, flexible; νῆμα, fil)
(2) (Das Eiereich, Heliozoa, 1889, p. 9).
(3) (A. Prot. II, 1903, p. 283) ἀκτίς rayon ; κόμη, chevelure.)
(4) (ἀ. privatif ; φράσσω, je ferme ; θώραξ, cuirasse)
(5) (χλαμύς, vêtement de dessous ; φορέω, je porte)
(6) (λίθος, pierre ; κόλλα, colle)

Gymnosphæra Sassaki [1], marin, multinucléé, à axostyles convergeant contre un grain central [2]. Caullery [3] l'a vu, à Banyuls agglutiner du sable et des spicules.

3ème Ordre Chalarothoraca Hertwig et Lesser [4]

Squelette formé de spicules isolés.

Acanthocystis Carter [5] Eau douce. Des spicules siliceux rayonnants; souvent aussi des spicules tangentiels plus petits. Jusqu'à 20 vésicules pulsatiles. Un seul noyau, excentrique; le centre de l'animal est occupé par un grain, d'où partent les axostyles, et comprenant un centriole entouré d'une zône chromatique. C'est, comme on l'a vu, un véritable centrosome (fig. 116. a). En effet, lors de la division de l'animal, il se divise par étranglement, formant un double aster avec radiations protoplasmiques (b). Le noyau vient se placer entre ces deux grains et produit une métamitose typique (c) [6]. Le corps s'étrangle ensuite et se divise en deux individus-filles.

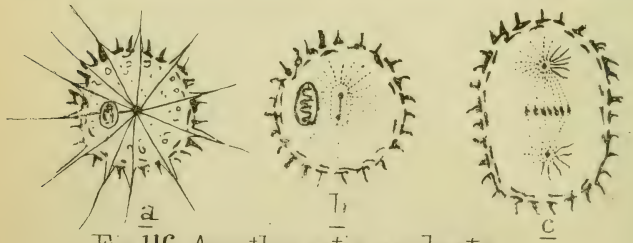


Fig. 116. Acanthocystis aculeata Hertwig et Lesser. Division.

---

(1) (Jena. Z. XXVIII, 1893, p. 45.)
(2) (V. plus loin Acanthocystis)
(3) (Bull. S.Z.F. 1911, p. 3)
(4) (χαλαρός, lâche; θώραξ, cuirasse)
(5) (ἄκανθα, épine; κύστις, vésicule)
(6) (Schaudinn, Verh. Deutsch. Zool. Ges. VI, 1896, p. 113.)

Schaudinn a décrit aussi un bourgeonnement auquel le centrosome ne prend pas part : le noyau se divise par amitose plusieurs fois. Les noyaux-filles, à l'exception d'un seul qui reste dans le parent, vont faire saillie à la surface, en se coiffant d'une petite masse protoplasmique (fig. 117. a) : ce sont des bourgeons qui se détachent. Ils peuvent alors, ou bien se transformer directement en adulte, ou bien devenir amiboïdes (b) et alors ils n'emportent pas de spicules, mais en sécrètent ensuite à leur intérieur. Ils peuvent encore se transformer en spores à deux flagelles (c), qui redeviennent amiboïdes dans la suite.

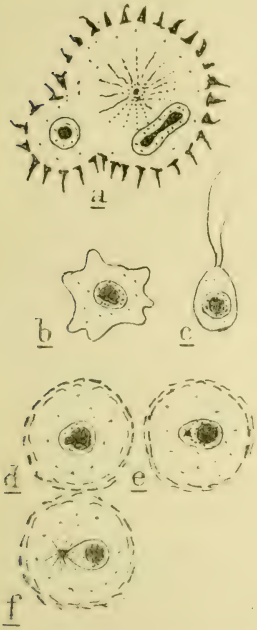


Fig. 117. Acanthocystis aculeata bourgeonnement.

De toute façon, ces bourgeons n'ont pas de centrosome. Pour devenir adultes, ils s'en reforment un, aux dépens du caryosome de leur noyau (d. e)[1]; aussitôt que le centrosome est sorti du noyau, des radiations apparaissent autour de lui (f). Le grain central joue donc ici le rôle de centre de mouvement pour les pseudopodes et de centre de forces pour la division nucléaire.

Wagnerella Mereshkowsky, découverte dans la mer Blanche, retrouvée dans la Méditerranée, a été étudiée à

(1) Keysselitz (A. Prot. XI. 1908, p. 341)

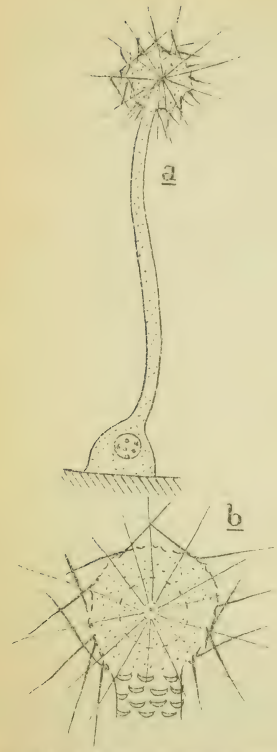


Fig. 118. Wagnerella borealis Mereschk.

Naples par Margarete Zuelzer[1] (fig. 118-a). C'est un être fixé par une base renflée, qui porte une tige cylindrique, terminée par une tête; le tout atteint 1500 μ. Base et tige sont couvertes d'une membrane rigide portant un grand nombre de petits spicules siliceux en forme de croissant, orientés transversalement. La tête (b) n'a qu'une pellicule mince, garnie des mêmes spicules et en outre d'aiguilles allongées, divergeant irrégulièrement. Elle porte en outre des pseudopodes d'Héliozoaires, mais qui n'ont pas tous un axostyle. Tous les axostyles convergent sur un grain central; le noyau, pourvu d'ordinaire de plusieurs caryosomes, est bien loin de là, dans la base.

Pour la division, tout le plasma, avec le noyau, se concentre dans la tête; la mitose a lieu comme chez Acanthocystis, sauf que la membrane ne disparait pas (fig. 119-a). Cette mitose se répète, tandis que le protoplasma forme un bouquet de têtes incompletement séparées, chacune contenant un noyau et un grain central (b). Tout se détache à la fois, et chaque tête reforme un adulte.

---

(1) (A. Prot. XVII, 1909, p. 135)

Il peut y avoir aussi bourgeonnement. Pour cela le noyau (fig. 120 a) se divise en autant de parties qu'il y a de caryosomes (b). C'est pour Hartmann[1] un noyau polyénergide se résolvant en ses éléments. L'un resté dans la base, les autres gagnent la tête et passent dans des bourgeons amiboïdes (c). Chaque noyau contient un centriole (dont l'origine n'est pas claire) qui doit devenir le grain central des bourgeons. Quand ces bourgeons sont nombreux, en se détachant ils entraînent parfois la tête tout entière, qui tombe avec le grain central. Dans ce cas le noyau de la base donne naissance à un nouveau grain.

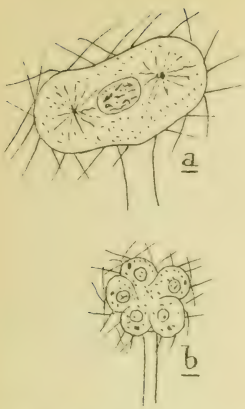


Fig. 119. Wagnerella, division.

Un troisième mode de reproduction représenté probablement la gamogonie. On voit apparaître, à côté du noyau principal et probablement à ses dépens, de très petits noyaux (fig. 121, a. b. c) qui ont d'abord l'apparence de simples grains chromatiques. Chacun d'eux émet un centriole (d) qui se divise (e) et se multiplie par une métamitose un peu spéciale (f. g. e), pendant que le noyau principal dégénère. Autour de chacun des petits noyaux se forme une spore à deux flagelles qui sort par la tête. On n'a pas vu la suite: il est probable que ces flagellospores sont des gamètes qui se conjuguent et produisent une grande génération de 2500 μ, qui est plus rare.

Celle-ci peut se diviser comme la petite. En outre

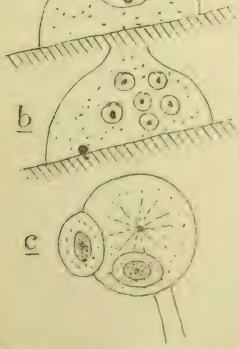


Fig. 120. Wagnerella, bourgeonnement.

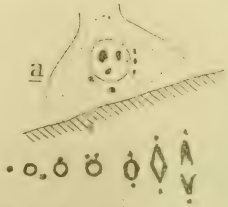


Fig. 121. Wagnerella, gamogonie (?)

(1) (Biol. Centrlbl. XXIX, 1909, p. 486.)

on a vu le noyau s'y résoudre en autant de parties qu'il contient d'abord de caryosomes. Les noyaux-filles se résolvent à leur tour en un grand nombre d'autres qui deviennent les centres de petites Amibes. Celles-ci sortent et s'entourent de spicules. Il est probable qu'elles reproduisent la petite forme.

4ème Ordre : Desmothoraca : R. Hertwig et Lesser[1]

Une carapace siliceuse solide.

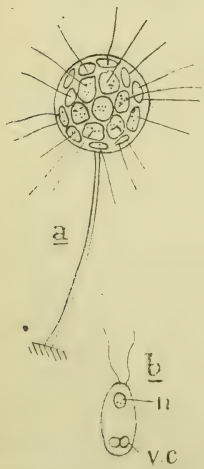


Fig. 122. Clathrulina elegans Cienk.

Clathrulina Cienkowsky[2] (fig. 122 a), d'eau douce, possède une élégante sphère percée de trous et portée par un pédoncule siliceux, creux. La division a lieu dans la coque et l'un des individus-filles en sort. L'animal peut aussi se diviser en spores à deux flagelles (b) qui vont se fixer plus loin. Conjugaison inconnue.

Caractères : 5ème sous-classe : Heliozoaria.

Rhizopodes d'ordinaire sphériques, à pseudopodes rayonnants, rigides, peu anastomosables, présentant presque toujours un axostyle, qui est le plus souvent en rapport soit avec le noyau, soit avec un grain central jouant le rôle de centrosome

---

(1) (δεσμός, lien ; θώραξ, cuirasse)

(2) (dim. de clathri, grillage.)

6ème Sous-classe Radiolaria J. Müller.

Ce sont des êtres à aspect d' Héliozoaires, c'est-à-dire sphériques et pourvus de pseudopodes rayonnants : d'où leur nom (dérivé de radioli, petits rayons). Ils diffèrent des Héliozoaires par leur taille plus grande, leur habitat marin, l'absence de vésicule pulsatile, l'absence habituelle (mais non générale) d'axostyles aux pseudopodes, qui sont plus anastomosables. Mais leur caractère essentiel est l'existence de sorte de squelette interne, appelé capsule centrale, renfermant une partie du protoplasme et le noyau.

Chez certains Foraminifères (Gromia p. ex.) une partie du protoplasma peut déborder par la bouche et entourer la coquille, mais tout le plasma peut rentrer dans la coquille ; ici une grande partie du plasma reste toujours extracapsulaire.

Nous prendrons pour type une Thalassicolle :

Thalassicolla Huxley (fig. 123)(1). C'est un être sphérique, pouvant atteindre 3-5 mm de diamètre, flottant dans les mers chaudes, jusqu'à vers le 40e de latitude, et accidentellement plus loin encore de l'Equateur.

Au centre est un très gros noyau, contenant des filaments chromatiques pelotonnés, souvent avec des anastomoses entre eux et surtout accumulés au centre, où ils forment une sorte d'amphinucléole.

Le plasma endocapsulaire, ou endoplasme, renferme de petites vacuoles, des gouttes d'huile colorée, jouant probablement le rôle de réserves, et des cristaux, dont les uns sont albuminoïdes ; les autres de forme rhombique seraient du sulfate de strontiane(2)

---

(1) (θάλασσα mer ; κόλλα, colle, gelée)

(2) (Cf. Bütschli, Bronn. p. 421)

La capsule centrale, ici percée de pores sur toute sa surface, est formée de matière organique, sorte de pseudo-chitine, flexible et capable de se dissoudre dans le plasma lors de la reproduction.

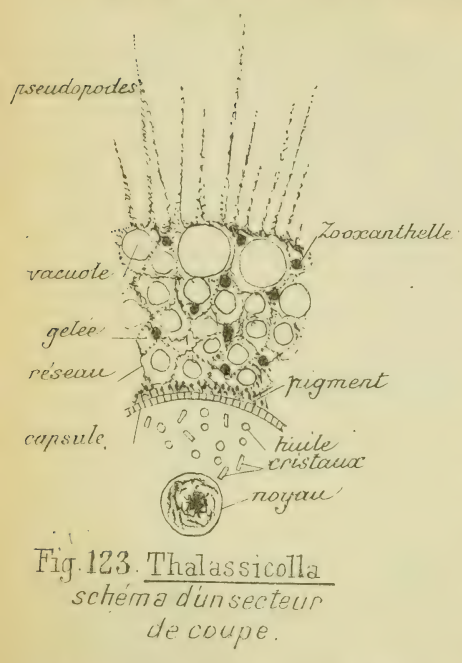


Fig. 123. Thalassicolla schéma d'un secteur de coupe.

Le cytoplasma extracapsulaire, ou ectoplasme, comprend : 1° contre la capsule, une couche de cytoplasma péricapsulaire, contenant du pigment, noir ou jaune selon les espèces, qui serait formé par les résidus des algues symbiotiques en parties digérées. (1)

2° une épaisse couche gélatineuse, remplie de grosses vacuoles, entre lesquelles s'étend un réseau protoplasmique (2). Cet ensemble constitue le calymma de Hæckel (3)

De la surface du calymma partent les pseudopodes rayonnants, sans axostyle, peu anastomosables. Il n'y a pas de vésicule pulsatile.

Tout le calymma se régénère si on l'ôte (4), mais l'ectoplasme ne régénère pas la capsule, ni son contenu.

---

(1) Moroff (Biol. Centrlbl. XXX, 1910, p. 210)

(2) Brandt (Z. Jahrb. Syst. IX, 1895, p. 27; A. Prot. VI, 1905, p. 246)

(3) (Καλυμμα, enveloppe) (Challenger XVIII, 1887. I, p. LI.)

(4) Ant. Schneider (Arch. Anat. Physiol, 1867, p. 509); Verworn (Pflüger's Arch. Phys. LI, 1891, p 118)

Le calymma sert à la flottaison. Brandt [1] admet que, par suite d'une excitation, le protoplasme se contractant, fait crever certaines vacuoles qui rejettent ainsi leur contenu plus léger que l'eau, d'où enfoncement.

Les Radiolaires se nourrissent de Copépodes, d'Infusoires, de Diatomées, etc., qui sont introduits dans le calymma au centre de vacuoles digestives, mais ne pénètrent pas dans l'endoplasme. De plus, les Thalassicolles peuvent vivre dans l'eau filtrée, à la lumière, à cause de l'existence presque générale dans le calymma d'Algues symbiotiques, avec lesquelles s'opèrent sans doute des échanges diffus. Ces Algues, ou Zooxanthelles [2] sont sphériques, ont 15 μ de diamètre, une paroi cellulosique, un noyau, deux chromoplastes colorés en jaune par de la diatomine, et des grains d'amidon. Elles se multiplient par division. Après la mort de l'hôte elles sont capables de devenir libres et se munissent de deux flagelles (fig. 124) [3]. Le Radiolaire digère peu à peu ces Algues et se nourrit de leur amidon [4]. D'autre part, les Algues doivent absorber les produits de désassimilation azotés de leur hôte, ce qui expliquerait l'absence d'excrétas visible chez ces êtres [5]

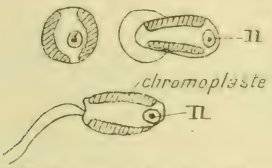


Fig. 124. Zooxanthelles de Collozoum fulvum. Brandt (d'ap. Brandt)

---

(1) (Z. Jahrb. Syst. IX, 1895, p. 52)

(2) Brandt (Mt. Neapel. IV, 1883, p. 192.)

(3) Stiasny (A. Prot. XIX, 1910, p. 161.) croit que les cellules jaunes ne sont pas des Algues, mais des stades jeunes d'autres espèces de Radiolaires, ce qui paraît peu vraisemblable.

(4) Famintzin (Mém. Ac. Pétersbourg (7) XXXVI, 1889, p. 21.)

(5) Gamble (Zoology Lankester I-1, p. 99)

Les échanges respiratoires, chez les Radiolaires, sont extrêmement actifs (comme en général chez les êtres pélagiques). D'après Vernon[1] un Collozoum absorbe 40 fois plus d'oxygène qu'une Grenouille, à poids sec égal.

La division paraît exister[2], mais elle est rare; on n'en connaît pas le détail. La capsule centrale se diviserait avec le noyau, le calymma après.

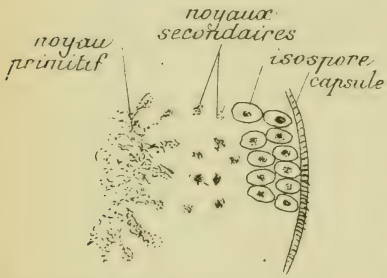


Fig. 125. Thalassicolla formation des isospores (d'ap. Brandt)

La reproduction agame est probablement représentée par la formation des isospores. D'après Brandt[3] la membrane du noyau se dissout et son contenu se fragmente en petits noyaux qui se portent à la périphérie de la capsule centrale (fig. 125).

Pour certains auteurs il s'agirait là de chromidies caryogènes, reconstituant des noyaux secondaires. Moroff au contraire[4] croit à une division mitotique : il y a des chromidies émises, mais elles se dissolvent dans le plasma, tandis que le reste des filaments chromatiques se dispose autour d'un centre de radiations, sans centriole colorable. C'est sans doute le début d'un premier fuseau nucléaire, qui toutefois n'a pas été vu. Moroff a observé ensuite un grand nombre de petits noyaux, se divisant par mésomitose (fig. 126) à l'intérieur de la membrane du gros. Celle-ci se détruit ensuite.

Les petits noyaux secondaires, parvenus à la périphérie,

---

(1) (J. Phys. XXI, 1897, p. 443.)

(2) Brandt (Mt. Ver. Schleswig-Holstein Aerzte, XII, 1890); (A. Prot. I, 1902, p. 68.)

(3) (A. Prot. VI, 1905, p. 257.)

(4) (Biol. Centrlbl. XXX, 1910, p. 210); (Festschr. Hertwig, I, p. 73)

s'entourent de plasma et se transforment en spores à deux flagelles (fig. 127) renfermant chacune un petit cristal et quelques granulations graisseuses. Tout le contenu de la capsule est ainsi employé. Pendant ce temps le calymma se détruit et la capsule s'enfonce jusque vers 300 à 400 mètres de profondeur. Là elle se brise et les isospores deviennent libres. On suppose qu'elles reforment le Radiolaire adulte.

Fig. 126. Thalassicolla, mitoses à l'intérieur du noyau primitif (d'ap. Moroff.)

Fig 127. Isospore de Thalassicolla (d'ap. Brandt.)

La gamogonie serait représentée par des anisospores, formées dans d'autres individus. Pour cela, le gros noyau se fragmente encore en petits, qui s'ordonnent en colonnes, perpendiculaires à la surface de la capsule.

Le processus de la division est peu clair. Brandt (1) voit apparaître dans le noyau un centre de radiations sans centriole. Les filaments chromatiques se fragmentent en chromosomes qui entourent le centre (fig. 128, a). Puis celui-ci sort du noyau (b) et Brandt n'a pu le suivre davantage. En même temps sortent du noyau, à travers toute la membrane, d'abord des grains chromatiques, puis des sortes de vésicules contenant d'autres grains chromatiques (fig. 129. a). (A en juger d'après ce qu'a observé

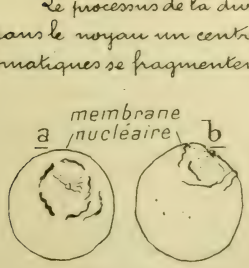


Fig. 128 1ère Dn gamogonique chez Thalassicolla (d'ap. Brandt.)

(1) (A. Prot. VI, p. 259)

Hæcker chez Oroscena[1] ces vésicules pourraient être des chromosomes gonflés et entourés d'une vacuole, fig. 129. b) Les petits grains contenus dans ces vésicules sont des noyaux qui se divisent mitotiquement.

Fig 129. Formation d'amisospores; a. d'ap. Brandt; b. d'ap. Hæcker; c. d'ap. Borgert.

(Borgert[2] figure des mitoses assez imparfaites, à chromosomes peu nets chez Aulacantha (c)).

Pour Hartmann[3] le gros noyau est polyénergide et se résout en ses éléments: les chromosomes sortent avec des centrioles par des pores de la membrane nucléaire et reconstituent dans le plasma de petits noyaux, comprenant 12 à 15 chromosomes et un centriole, et se divisant ensuite mitotiquement.

Chez Physematium les mêmes auteurs ont vu encore plus nettement s'organiser, dans le noyau polyénergide, de petits spirènes accom-

---

(1) (Verh. Deutsch. Zool. Ges 1907, p. 74)

(2) (A. Prot. XIV, 1909, pl. XVII, fig. 68.)

(3) (Hartmann et Hammer: S.B. Naturf. Ges. Berlin, 1909, p. 228; Hartmann; Biol. Centralbl. XXIX, 1909, p. 491.)

pagnés de centrioles. Sortis du noyau, ces spirènes prennent absolument l'apparence d'un réseau chromidial; mais on y retrouve les centrioles se divisant par étranglement. A la périphérie les petits noyaux reprennent leur individualité.

Une fois formés, les petits noyaux se disposent en colonnes, applaties (fig. 129. a) par un bout contre la capsule centrale. Dans certaines de ces colonnes les noyaux sont petits (Brandt pense qu'ils sont formés par les grains de chromatine sortis les premiers), dans les autres les noyaux sont plus gros. Autour des noyaux le protoplasme se cloisonne, produisant des spores, macrospores autour des gros noyaux, microspores autour des petits. Tous ces éléments ont chez Thalassicolla d'après Brandt (1) la forme de petits Péridiniens (fig. 130), mais cette forme est si exceptionnelle qu'on peut se demander s'il n'y a pas eu quelque erreur d'observation. Il persiste dans la capsule un reste inemployé.

Fig. 130. Macrospore et microspore de Thalassicolla (d'ap. Brandt)

On suppose que ces anisospores se conjuguent; Hartmann et Hammer ont vu le début du phénomène chez une espèce, entre gamètes provenant d'individus différents; mais la suite est inconnue. Il est probable qu'il y a alternance de gamogonie et d'agamogonie. (2)

---

(1) (A. Prot. VI, 1905, p. 253)

(2) Huth (A. Prot. XXX, 1913, p. 41) voit apparaître dans le noyau de certaines thalassicolles de petites mitoses qui se disposent en série dans des sortes de manchons de substance homogène. Ces manchons percent la membrane nucléaire qui se détruit et se placent radialement dans le cytoplasme: ce sont évidemment les colonnes de Brandt; mais il n'en sortirait qu'une seule sorte de flagellispores, probablement des microgamètes. Dans d'autres individus le gros noyau se fragmente en petits, simulant des chromidies, qui deviendraient les noyaux de macrospores.

Classification

Nous diviserons les Radiolaires en 4 ordres.

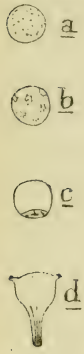


Fig. 131. Schéma des capsules centrales.

1° Peripylea : pores (πύλη) uniformément répartis autour de (περί) la capsule centrale (fig. 131-a)

2° Actipylea : pores disposés sur divers rayons (ἄκτις) ou en champs déterminés (b)

3° Monopylea : un seul (μόνος) grand orifice subdivisé (c)

4° Cannopylea : un orifice principal prolongé en tube (κάννα, roseau) et d'ordinaire deux orifices accessoires (d)

Doflein (Lehrbuch. 1911, p. 651) réunit les deux premiers ordres en un groupe des : Porulosa, présentant un grand nombre de pores fins, et les deux derniers en Osculosa, présentant un seul, ou un petit nombre, de grands orifices (oscula).

1er Ordre Peripylea R. Hertwig (= Spumellaria Hæckel)

On peut y distinguer avec Delage et Hérouard [1] deux groupes.

1° Monocyttaria : formes simples,

2° Polycyttaria : formes coloniales

---

(1) (Traité, 1, p. 176)

1er Groupe Monocyttaria Häckel[1]

Il n'y a qu'une capsule centrale (μόνος, seul; κύτταρος, cavité)
Delage et Hérouard les divisent en 6 sous-ordres.

1° Thalassicollida, gros, sans squelette;
2° Thalassosphaerida, gros, avec spicules isolés ou squelette simple;

3° Sphæroidea, coquille sphérique;
4° Prunoidea, coquille ellipsoïde;
5° Discoidea, coquille en disque;
6° Larcoidea, coquille en ellipsoïde aplati.

Doflein[2] réunit les deux premiers sous-ordres en un groupe des Collodaria Hæckel emend Brandt et Häcker: gros animaux sphériques, à squelette nul ou simple;

Et les 4 derniers en Sphærellaria Hæckel: animaux petits, à squelette continu, ou formé d'éléments enchevêtrés: ce groupe comprend les 2/5 des Radiolaires.

1er Sous-ordre Thalassicollida Haeckel

Gros, pas de squelette, noyau sphérique.

Thalassicolla Huxley, noyau sphérique simple.

Thalassophysa Hæckel[3], noyau à gibbosités; capsule centrale branchue et pouvant se fragmenter pour multiplier l'animal

---

(1) (Die Radiolarien. 1862)
(2) (Lehrbuch, 1911, p. 651.)
(3) (φῦσα, vessie.)

2ème Sous-ordre Thalassosphærida Hæckel.

Gros; un squelette, formé de spicules indépendants ou d'une coque simple.

Talassosphæra Hæckel : spicules siliceux indépendants.

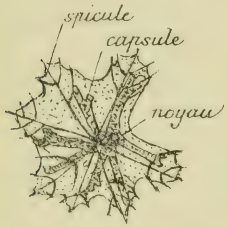


Fig. 132. Cytocladus spinosus Schröder. (x)

Physematium Hæckel (1)

Cytocladus Schröder (x) : un seul spicule branchu, capsule centrale ramifiée, Japon ; 8-14 mm.

Häcker (2) place ici les Crosphærides avec le genre Crosxena de Hæckel, qui en faisait des Cannopylaires : une coque grillagée, portant des épines.

3ème Sous-ordre Sphæroidea Hæckel. (3)

Une coque grillagée sphérique simple secrétée à la surface de la gelée, ou plusieurs sphères concentriques formées successivement et soutenues par des spicules rayonnants.

Cenosphæra Ehrenberg (4) : sphère simple (fig. 133. a)

Stigmosphæra Hæckel : sphère simple et spicules rayonnants internes (b)

Carposphæra Hæckel : deux sphères (c)

Tekosphæra Hæckel : trois sphères, les deux internes devenant intracapsulaires (d)

Xiphosphæra Hæckel : une simple coque et deux longues épines sur le même diamètre (e)

---

(1) (φυσημάτιον, petite bulle)

(x) (note de la figure 132) (Z. Anz. XXX, 1906, p. 588.)

(2) (Z. Anz. XXX, 1906, p. 879.)

(3) (σφαῖρα, sphère ; εἶδος, aspect.)

(4) (κενός, vide.)

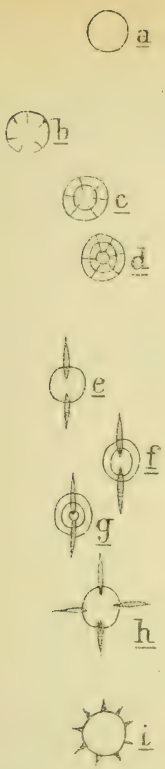


Fig. 133. Schéma du squelette de Sphæroïdes.

Stylosphæra Ehrenberg : pareil mais à deux coques (f)

Amphisphæra Hæckel : pareil mais à trois coques (g)

Staurosphæra Hæckel : sphère simple à 4 épines en croix (h)

Staurolonche Hæckel : pareil, à 2 sphères

Stauracontium Hæckel : à 3 coques.

Acanthosphæra Ehrenberg : sphère épineuse (i)

Actinomma Hæckel, 3 sphères, la plus ancienne (interne) devient intranucléaire, la seconde intracapsulaire (fig. 134)

4ème Sous-ordre Prunoidea Hæckel[1]

Capsule et coque ellipsoïdes ou dérivant d'un ellipsoïde.

Cenellipsis Hæckel : une coque (fig. 135. a).

Druppula : deux coques (b)

Artiscus Hæckel : un étranglement au milieu (c).

Panartus Hæckel : deux étranglements (d).

Ommatocampe Ehrenberg : 5 étranglements et plus (e), 3 coques, etc.

---

(1) (προύνον, prune)

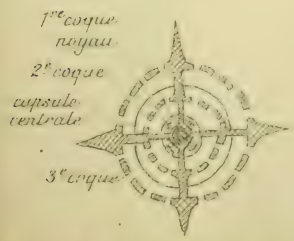


Fig. 134. Actinomma asteracanthion Hæckel. Coupe sagittale (d'ap. Hertwig)

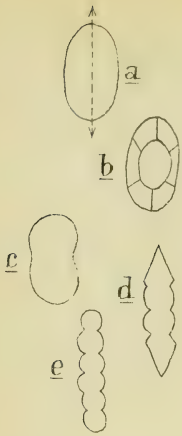


Fig. 135. Schéma du squelette de Prunoïdes.

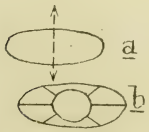


Fig. 136. Schéma du squelette de Discoïdes.

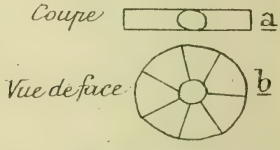
5ème Sous-ordre Discoidea[1] Hæckel.

Coque en ellipsoïde aplati suivant l'axe de symétrie.

Cenodiscus Hæckel : simple coque en disque (fig. 136. a)

Sethodiscus Hæckel : une coque interne sphérique (b)

Archidiscus Hæckel : semblable mais plus aplati ; coque externe en disque plat, subdivisé en cham-



Archidiscus (schéma)

bres (fig. 137 a-b)

Stauralastrum Hæckel : coques externes formant des disques incomplets ; ensemble en croix grecque (c)

Hagiastrum Hæckel, en croix latine (d-e) ; etc.

Stauralastrum rhopalophor Hæckel

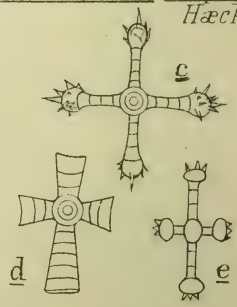


Fig. 137. Hagiastrum mosis Hæckel. Hagiastrum buddhiæ Hæckel.

(1) (δίσκος, disque)

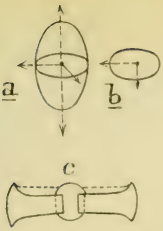


Fig. 138. Schéma du squelette de Larcoides. a vue de face, b coupe transversale; c. Monozonium.

6ème Sous-ordre Larcoidea Hæckel.

Coque en ellipsoïde, aplati du dos au ventre : les 3 axes sont inégaux [1] (fig. 138-a, b)

Certaines coques peuvent être incomplètes:

Monozonium Hæckel : coque externe réduite à une ceinture (c).

2ème Groupe Polycyttaria Hæckel

Ce sont des Radiolaires coloniaux. Le jeune animal est analogue à une Phalassicolle, mais ensuite le noyau se divise par mésomitose [2] Les noyaux-filles se disposent autour d'une goutte d'huile centrale [3], puis, dans le calymma commun la capsule centrale se divise en plusieurs, chacune contenant plusieurs noyaux. Des cellules jaunes existent dans le calymma [4].

---

(1) (λάρκος, panier à charbon)

(2) Hartmann et Hammer (S.B. Naturf. Ges. Berlin, 1909) (Chez Collozoum les premières divisions sont multiples : on trouve par exemple des fuseaux quadripolaires, puis des fuseaux simples.)

(3) Les gouttes d'huile, d'après Stiasny (A. Prot. XIX, 1910, p. 150) sont des chromidies transformées.

(4) Pour Stiasny (ibid. p. 148) ces cellules seraient de jeunes individus uninucléés, bourgeonnés par les capsules centrales. Il est probable que ce sont des algues symbiotiques.

La colonie peut se diviser par plasmotomie. Brandt [1] a décrit la formation d'isospores (fig. 139. a) autour des noyaux, multipliés par amitose : les spores ont deux flagelles et contiennent un cristal.

Dans d'autres colonies se forment des anisospores. Les noyaux se groupent autour de petites gouttes d'huile (b), puis chaque groupe s'isole des autres (c). Les uns contiennent un petit nombre de gros noyaux, les autres, dans la même capsule, un grand nombre de petits. Les premiers donnent autant de macrospores (d), les seconds autant de microspores (e). La colonie se détruit ensuite. On n'a pas vu la conjugaison.

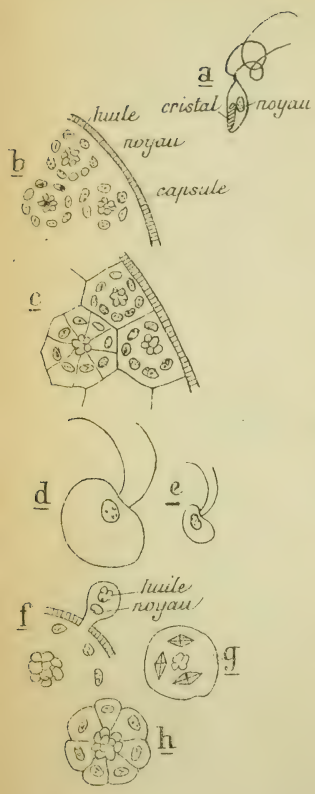


Fig. 139. Collozoum.

Chez les jeunes, Brandt a décrit aussi des corps extracapsulaires : ce sont des sortes de bourgeons uninucléés, émis par la capsule centrale (f). Ils renferment une goutte de graisse en forme de grappe. Dans chaque bourgeon, le noyau se multiplie (g) et l'ensemble se cloisonne, en formant une sorte de rosette (h). D'après Hartmann et Hammer ces divisions sont de vraies mitoses à nombre constant de chromosomes, et après la dernière division le nombre de ces chromosomes se trouve réduit de moitié. Ainsi que l'avait déja vu Brandt [2], ces corps extracapsulaires se transforment en macrospores. Ce qui reste dans la capsule centrale produit des microspores. Il s'agit donc d'un mode particulier de formation des gamètes chez le jeune.

---

(1) (Fauna Neapel, XIII, 1885, p. 156)

(2) (A. Prot. VI, 1905, p. 264. note)

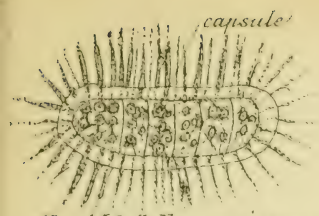


Fig 140 Collozoum inerme Müller (d'ap Dollein)

On peut distinguer trois sous-ordres:

1° Collozoidea Hæckel.

Pas de squelette; macrospores et microspores dans la même capsule; des corps extracapsulaires.

Collozoum Hæckel (Meyen): jeunes colonies sphériques, puis en boudins de 4 à 5 cm de longueur (fig. 140).

2° Sphærozoida Delage et Hérouard.

Semblables, mais avec des spicules siliceux isolés.

Sphaerozoum (Meyen) Hæckel.

3° Collosphærida J. Müller.

Chaque capsule centrale est entourée d'une coque grillagée. Macrospores et microspores dans des colonies différentes. Pas de corps extracapsulaires.

Collosphæra J. Müller.

2ème Ordre Actipylea Hæckel (= Acantharia Hæckel)

Capsule centrale d'ordinaire avec perforations groupées suivant des lignes ou des champs limités. Squelette formé de baguettes rayonnantes, d'ordinaires groupées suivant une loi déterminée.

Prenons pour type un Acanthometron J. Müller (fig. 141)

C'est un être marin, sphérique, dont le squelette est formé de 20 baguettes, rayonnant autour du centre. Hæckel les croyait formées d'une substance organique cornée, baptisée acanthine; Schewakoff en faisait un silicate complexe. Bütschli [1] a montré que c'était du sulfate de strontiane.

(1) (Z. Anz. XXX, 1906, p. 786)

Ces baguettes sont disposées suivant la loi de J. Müller. Comparons

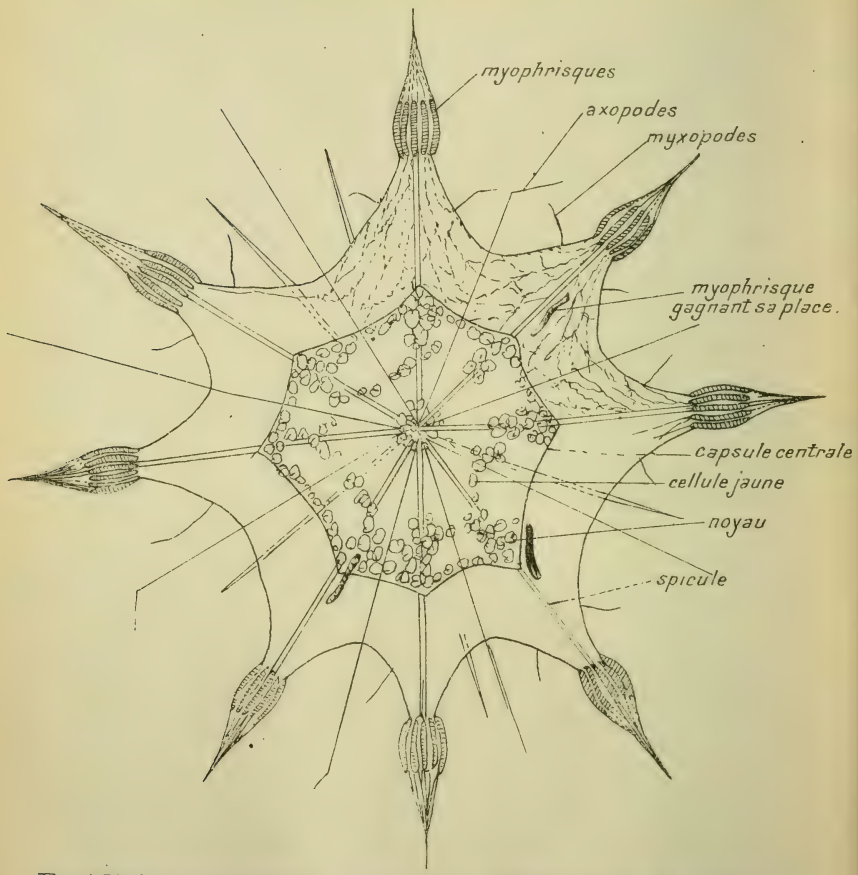


Fig 141. Acanthometron pellucidum J. Müller (d'ap. Moroff et Stiasny)

l'animal à la sphère terrestre, sur laquelle seraient tracés l'équateur, les tropiques à 30° de l'équateur, et les cercles polaires à 30° des pôles. 4 spicules (fig. 142 (1)) sont à angle droit dans

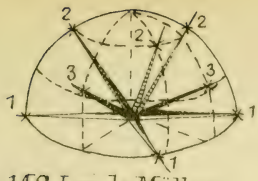


Fig. 142. Loi de Müller.
Le quart de la sphère est seul figuré.

le plan de l'équateur.

Dans les plans méridiens qui contiennent ces 4 spicules (1), sont placées 4 baguettes (2), qui percent la sphère sur le cercle polaire nord, et 4 autres faisant de même au cercle polaire sud. Dans des plans méridiens alternant avec les précédents, sont situés des spicules (3), perçant la sphère aux cercles tropicaux.

Cette disposition ne parait pas primitive, car chez le jeune, il apparait d'abord dix baguettes croisées irrégulièrement; c'est plus tard qu'elles se coupent en deux et se disposent suivant la loi. La disposition irrégulière persiste chez les Actinelides.

Le calymma, épais, est parcouru par un réseau de protoplasma dont certaines fibres se fixent vers l'extrémité des baguettes. Là ces fibrilles contiennent des myonèmes (ici connues sous le nom de myophrisques).

D'après Moroff et Stiasny[1] ces myophrisques sont formés par des noyaux ou des parties de noyaux, qui sortent de la capsule centrale en suivant les spicules, pour gagner leur place définitive (fig. 141).

En se contractant ces fibrilles tirent sur la periphérie du calymma, qu'ils déforment, en l'éloignant de la forme primitive sphérique : de là augmentation de la surface et plus grande résistance à la chute.

Il y a deux sortes de pseudopodes, les uns courts, partant du réseau superficiel au dessous des myophrisques : ce sont les myxopodes de Moroff et Stiasny. D'autres, plus longs et assez

(1) (A. Prot. XVI, 1909, p. 229)

régulièrement disposés, probablement au nombre de 20 comme les spicules, renferment un axostyle, comme ceux des Héliozoaires. Mais il n'y a pas de centrosome à leur point d'union.

Axostyles et spicules percent la capsule centrale qui renferme les noyaux, d'ordinaire nombreux, souvent un Acinète parasite, et des corps jaunes, ici intracapsulaires, et assez différents de ceux des autres groupes ; ils sont nus, souvent amiboïdes, incapables de vivre isolés après la destruction de leur hôte, mais passent dans les spores sous forme de granules pigmentaires. D'après Brandt (1) ce sont des cellules de Labyrinthulées. Au contraire d'après Hæckel, R. Hertwig, ce sont des masses pigmentaires appartenant au Radiolaire lui même. Pour Moroff et Stiasny (2) ce sont des sortes de noyaux trophiques du Radiolaire.

Celui-ci serait en réalité un être colonial : le contenu de la capsule centrale se résoudrait en petites cellules, renfermant chacune un noyau trophique (macronucléus) (jaune) qui dégénérerait, et un noyau reproducteur (micronucleus), qui devient après s'être divisé le centre d'une flagellispore. Le micronucléus pourrait être contenu quelque temps dans le macronucléus (3)

La division a été vue dans quelques cas : les spicules se séparent au centre et se disposent en deux groupes, le plasma se divise. Les spicules se complètent et se régularisent. (4)

4 sous-ordres

1° Acanthonida Hæckel

20 spicules à peu près égaux, disposés suivant

---

(1) (Mt. Neapel, IV, 1883, p. 239)
(2) (A. Prot. XVI, 1909, p. 209)
(3) (l. c. p. 216)
(4) Popofsky (A. Prot. V, 1905, p. 339)

la loi de Müller, pas de coque grillagée.

Acanthometron J Müller [1]; c'est notre type.

2° Sphærophracta Hæckel [2]

Une coque grillagée, primitivement formée par des épines latérales des spicules, qui se soudent entre elles.

Fig 143 Schéma de la coque d'un Sphærophracta (coupe)

Phractaspis Hæckel

Cenocapsa Hæckel; il ne reste que la coque, les spicules ont disparu: mais leur place est marquée par des orifices, disposés suivant la loi de Müller.

3° Prunophracta Hæckel

Analogues, mais à coque non sphérique.

Diploconus Hæckel: un des spicules équatoriaux est beaucoup plus grand que tous les autres; la coque a la forme d'un double cône.

Fig 144 Diploconus amalla Hæckel.

4° Actinelida Hæckel:

Ce serait le groupe le plus primitif. Il n'y a qu'un nombre indéfini de spicules, à peu près égaux, se croisant d'ordinaire au centre, mais sans ordre fixe.

Actinelius Hæckel.

Podactinelius Schröder [3], d'abord libre, se divise, puis se fixe par sa partie dépourvue de spicules. La région fixée s'allonge en pédoncule, dans lequel se développent des spicules longitudinaux.

---

(1) (ἄκανθα, épine; μήτηρ, mère)

(2) (σφαῖρα, sphère; φρακτός, enclos)

(3) (Ergebn. Deutsch. Sudpol. Exp. IX, 1907, p. 225)

3ème Ordre Monopylea R. Hertwig (= Nasselaria Ehrenberg emend. Hæckel)

La capsule centrale, souvent de forme compliquée, est fondamentalement un ovoïde, à l'extrémité inférieure tronquée par un large orifice unique, fermé par un opercule criblé de pores.

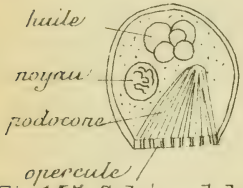


Fig. 145. Schéma de la capsule centrale d'un Monopylaire.

Contre cet opercule s'appuie la base d'un cône, dit podocône, situé dans la capsule. Les pores paraissent fermés par des sortes de dés, traversés par des filaments qui parcourent aussi le podocone. Pour R. Hertwig [1], dés et podocone sont un épaississement de la membrane capsulaire, les filaments sont des tractus protoplasmiques, traversant cette membrane. Pour Hæckel [2], les dés sont des soupapes, capables d'être mues par les filaments, qui sont des myonèmes. Le podocone n'est qu'une différenciation protoplasmique. Pour Bütschli [3] le podocone est formé par la soudure d'axostyles, analogues à ceux des Acanthaires. Les pseudopodes sont en effet bien plus nombreux et la gelée plus épaisse en face de l'opercule.

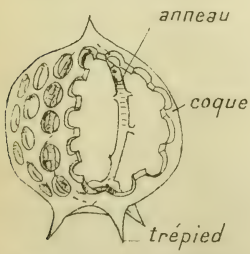


Fig. 146. Squelette schématique de Monopylaire (d'ap. Bütschli)

Le squelette peut se composer d'un trépied dont le sommet est

(1) (Jena. Denkschr. II, 1879)
(2) (Challenger XVIII, 1, 1887, p. XLIX)
(3) (Brown. 1885. I, p. 430)

situé en face de l'opercule, d'un anneau déterminant un plan sagittal, entourant la capsule centrale, et d'une coque (capitulum) pouvant envelopper la capsule et l'anneau (fig. 146). Toutes ces pièces sont siliceuses et non creuses.

6 sous ordres

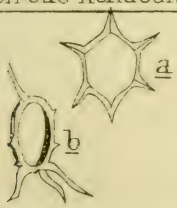
1° Nassoidea Hæckel (1) : pas de squelette.
Nassella Hæckel (2).

2° Plectoidea Hæckel (3), squelette réduit à un trépied, souvent orné de prolongements encheveêtrés.
Triplecta Hæckel (fig. 147).

Fig 147 Squelette de Triplecta triactis Hæckel (vue d'en haut)

3° Stephoidea Hæckel (4) L'anneau existe, avec ou sans le trépied. Il peut s'y ajouter d'autres anneaux, longitudinaux ou transversaux.
Archicircus Hæckel (5) : un anneau simple (fig. 148. a)
Cortina Hæckel (6) : anneau et trépied (b).

Archicircus hexacanthus Hæckel



Cortina tripus Hæckel

Fig. 148. Stephoïdes (squelette)

4° Cyrtoidea Hæckel (7) : la coque existe ; par contre l'an-

(1) (nassa, nasse)
(2) (petite nasse)
(3) (πλεκτός, tressé)
(4) (στέφος, couronne)
(5) (ἀρχι, primitif ; κίρκος, cercle)
(6) (cortina : trépied d'Apollon)
(7) (κύρτος, nasse)

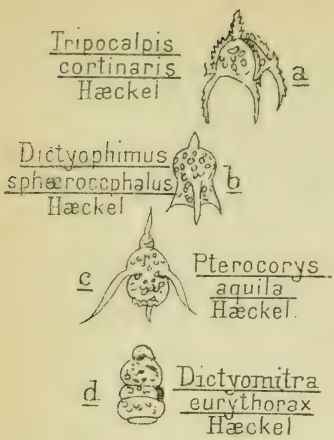


Fig.149. Squelette de Cyrtoïdes.

Fig.150 Phormospyris tridentata Hæckel

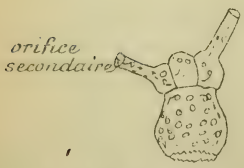


Fig.151 Acrobotrys disolenia Hæckel *de profil*.

neau est souvent incomplet.

On peut en distinguer 4 tribus:

(a) Monocyrtida Hæckel: La coque est simple (fig. 149. a);

(b) Dicyrtida Hæckel: Un grillage s'étend entre les branches du trépied, formant un thorax, la coque supérieure prenant le nom de tête (b).

(c) Tricyrtida Hæckel: La capsule formée par le trépied présente un étranglement transversal, qui la divise en thorax et abdomen (c).

(d) Stichocyrtida Hæckel[1]: l'abdomen à son tour est subdivisé (d).

Dans tous ces cas, la capsule centrale envoie souvent des prolongements entre les branches du trépied, jusque dans l'abdomen quand il existe. Grand nombre de formes, aussi variées qu'élégantes.

5° Spyroidea Hæckel[2]: l'anneau détermine une constriction de la coque.

6° Botryodea Hæckel[3]: La coque est divisée par des constrictions verticales auxquelles peuvent s'ajouter des constrictions horizontales (fig. 151).

---

(1) (στιχος, rangée.)
(2) (σπυρίς, panier, cabas.)
(3) (βότρυς, grappe.)

Dans tous les groupes le grand orifice inférieur peut se fermer.

4ème Ordre Cannopylea Hæckel
(= Tripylea R. Hertwig Thæodaria Hæckel[1])

La capsule centrale (fig. 152 a) présente un orifice principal, basilaire, à l'extrémité d'un tube conique, strié en long (peut-être par l'existence de myonèmes): c'est l'astropyle. Il y a d'ordinaire en outre deux orifices accessoires (parapyles) symétriques, près du pôle supérieur, et ayant une structure assez complexe (b), (Borgert)[2]. La capsule contient un noyau très gros, quelquefois plusieurs.

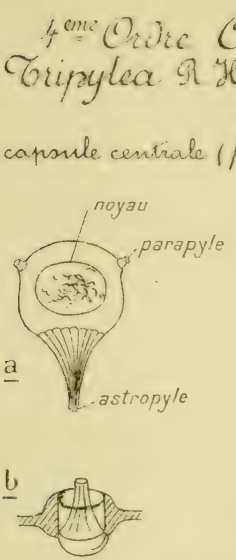


Fig. 152. a. Capsule centrale de Cannopylaire; b. parapyle. (d'ap. Borgert)

Dans la région extracapsulaire, située en face de l'astropyle, se trouve le phæodium, c'est-à-dire un amas de corps pigmentés, comprenant, outre des résidus bien reconnaissables de digestion (tels que Diatomées, Nauplius de Crustacés, etc.), des granules bruns appelés phæodelles, de 1 à 20 μ de diamètre.

Hæckel[3] pensait que c'étaient des Algues symbiotiques: il se peut qu'il y en ait en effet, mais la plupart des phæodelles n'en sont pas.

---

(1) (φαιός, brun.)

(2) (Z.W.Z., LI, 1891, p. 666; Z. Jahrb. Anat. XIV, 1900, p. 254.)

(3) (Challenger, XVIII, 1887, p. 1535)

N° 2.

Pour R. Hertwig[1] ce sont des résidus de la digestion. Pour Borgert[2] les phæodelles sont des grains d'excrétion qui se forment dans la capsule centrale. Comme il n'y a pas de Zooxanthelles, les produits d'excrétion ne sont pas absorbés par ces Algues: ils constituent ces grains. Pourtant on n'y a pas trouvé d'acide urique.

Le squelette est formé normalement de tigelles creuses, à la fois siliceuses et organiques. Certains agglutinent des spicules étrangers, notamment de Dictyocha.[3]

La division a été étudiée en détail par Borgert[4] chez Aulacantha (fig. 153.).

Au repos la chromatine est répartie sur un réseau, serré surtout au centre du noyau. Lors de la mitose, le réseau se résout en une sorte de long spirème, qui se fend dans toute sa longueur (a). Puis il se coupe en un très grand nombre de chromosomes inégaux (b), dont les deux moitiés se séparent. Il y a de plus de nombreux grains chromatiques, formés aussi par le spirème. Une nouvelle division en long se produit dans chaque chromosome. Le noyau s'aplatit dans le plan contenant les trois orifices de la capsule (plan frontal), et les chromosomes se disposent en plaque équatoriale imparfaite (c): de nombreux grains chromatiques restent en dehors de la plaque. Les chromosomes se séparent en deux plaques-filles, sans se couper transversalement. La membrane nucléaire disparaît. Entre les deux plaques apparaissent des stries comme des fibres fusoriales, et en dehors d'elles se montrent deux plaques polaires homogènes, contenant des grains fins (d). Au milieu de la figure apparaît une série de grains formant une plaque cellulaire qui marque le futur plan de division de la coque. En s'écartant les deux plaques-filles s'incurvent en dehors (e), puis se ferment en sphères et reconstituent 2

---

(1) (Jena. Denkschr. II, 1879. p. 99.)
(2) (Z. Jahrb. Anat. XIV, 1900. p. 262.)
(3) Borgert (A. Prot. XXIII, 1911, p. 125)
(4) (Z. Jahrb. Anat. XIV, 1900, p. 213, et A. Prot. XIV, 1909, p. 136)

noyaux.

Pour Borgert (1) et surtout pour Hartmann (2) tout cela représente une série de mitoses parallèles, dont les grains des plaques polaires sont les centrioles; le noyau primitif était polyénergide.

Borgert a décrit encore d'autres modes de mitose moins parfaite : notamment la mitose "en manchette" où les plaques équatoriales filles sont échancrées (fig. 154-a) et se replient d'une façon spéciale (b). Il peut aussi y avoir amitose vraie.

On peut diviser ce grand ordre en 4 sous-ordres.

1er Sous-ordre Phæocystina Hæckel

Squelette nul ou formé de tigelles indépendantes, creuses,

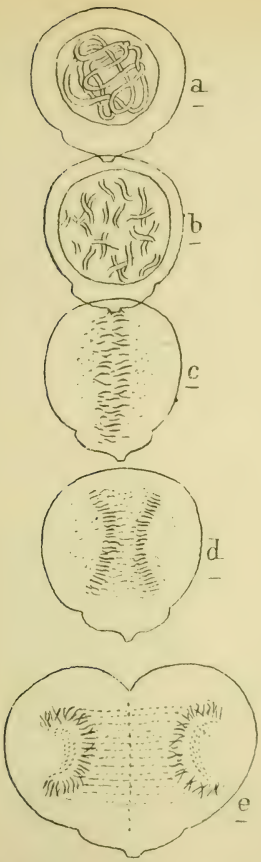


Fig. 153. Mitose de Aulacantha scolymantha Hæckel (d'ap. Borgert)

Phæodina Hæckel : pas de squelette.

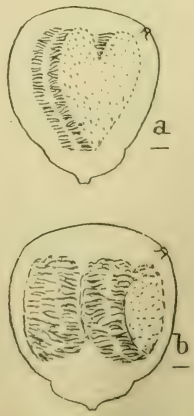


Fig. 154. Autre mode de mitose de A. scolymantha (d'ap. Borgert).

(1) (1909, p. 248)

(2) (Biol. Centralbl. XXIX, 1909, p. 497)

Aulacantha Hæckel[1] squelette formé de tigelles radiaires et d'épines tangentielles. A. scolymantha Hæckel est dimorphe: les formes de profondeur sont plus grosses et à squelette plus complexe que les formes de surface.[2]

Les Cæmentellides[3] ont un squelette formé de spicules étrangers.

2ème Sous-ordre Phæosphæria Hæckel.

Squelette formé de deux coques grillagées, l'une formée par le réseau protoplasmique superficiel, l'autre par le protoplasma péricapsulaire; mais l'une de ces deux coques peut manquer.

Orona Hæckel, n'a que la sphère externe.

3ème Sous-ordre Phæogromia Hæckel.

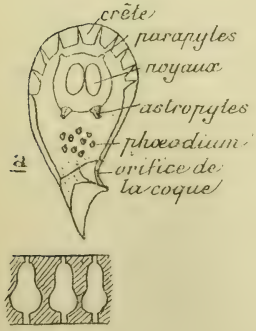


Fig. 155 a. Challengeron armatum Borg.
b. Coupe de la coque d'ap. Häcker

Une seule coque, correspondant à l'interne du groupe précédent, pourvue d'un grand orifice inférieur. D'ordinaire symétriques par rapport à un axe.

Challengeron Murray (fig. 155, a); coque épaisse, creusée de canaux dilatés à leur partie moyenne (b). D'ordinaire deux astropyles; souvent deux noyaux[4]

---

(1) (ἄυλός, tube; ἄκανθα, épine.
(2) (Häcker, Jena. Z. XXXIX, 1905, p. 581; Z. W. Z. LXXXIII, 1905, p. 340)
(3) (Borgert, A. Prot. XIV, 1909, p. 204, note; XXIII, 1911, p. 125)
(4) (Häcker, A. Prot VII, p. 268)

Circonathis Hæckel, polyédrique, avec 9 épines saillantes, autour de la base desquelles sont de gros pores; 9 parapyles.

Planktonetta Borgert; coquille conique, remplie par la capsule centrale et à laquelle s'ajoute un flotteur sphérique spécial. Phæodium en dehors de la coquille primaire, avec squelette spécial. Du côté de l'orifice, une différenciation spéciale de la capsule, dite diaphragme, percée de nombreux astropyles (1)

4ème sous-ordre Phæoconchia Hæckel (2)

Coque bivalve, la commissure des valves dans le plan des trois orifices de la capsule.

Concharium Hæckel: 2 valves simples.

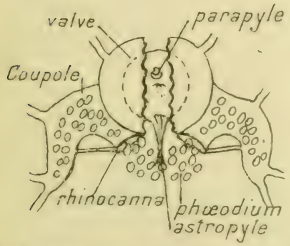


Fig. 156. Cœloplegma murrayanum Hæckel partie centrale (d'ap. Hæckel)

Cœlodendron Hæckel (3) les deux valves portent une coupole creuse, surmontée d'un arbuscule de tubes ramifiés. Le phæodium est dans les coupoles.

Cœloplegma Hæckel (4): semblable, mais les deux coupoles présentent inférieurement un orifice dit rhinocanna. (5)

Cœlothamnus Hæckel analogue, C. maximus Hæckel, atteint 33mm de dimension totale (Challenger XVIII, 2, p. 1751.)

---

(1) Fowler (Q. J. Micr. Sci. XLVII, 1903, p. 133.)

(2) (κόγχη, valve)

(3) (κοῖλος, creux; δένδρον, arbre.)

(4) (πλέγμα, corbeille.)

(5) (ῥίς, ῥινός, nez; κάννα, roseau, tube)

Appendice

Taxopoda H. Fol.[1]

Groupe créé pour le seul genre :
Sticholonche R. Hertwig (Jena. Z, XI, 1877)[2] animal pélagi-

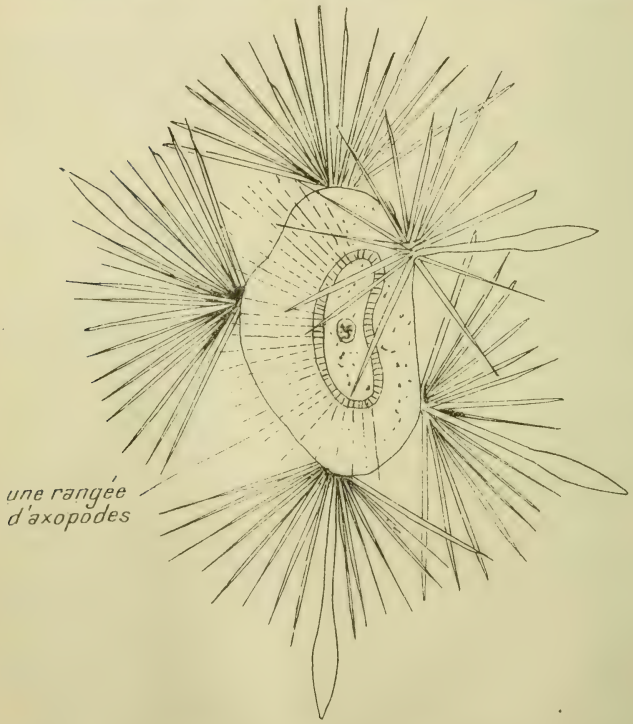


Fig. 157. Sticholonche zanclea R. Hertw.
profil (d'après R. Hertwig)

que méditerranéen, ovoïde, aplati, à symétrie bilatérale, attei-

(1) (τάξις, ordre ; ποῦς, pied)
(2) (στίχος, rangée ; λόγχη, lance)

gnant 0mm 15, couvert d'un feutrage de tubes creux, avec des bouquets de grands spicules, également creux, siliceux[1]. Il y a une capsule centrale réniforme contenant un noyau, 4 rangées longitudinales de pseudopodes à axostyles[2] qui servent à la natation, tandis que d'autres pseudopodes transitoires, sans axostyle, nés à côté des premiers, servent à saisir les proies.[3]

H. Fol regardait la capsule comme le noyau, et le noyau comme un nucléole[4]. Bütschli[5] met cet animal en appendice aux Héliozoaires Chalarothoraca. Borgert[6] le regarde comme un Radiolaire, dont il a en effet tous les caractères essentiels. Ce serait alors très probablement un Actipylaire, malgré la nature de ses spicules. Stiasny pourtant[7], en fait un Cannopylaire, ce qui est peu vraisemblable.

A noter l'existence fréquente d'un parasite interne encore énigmatique : Amœbophrya R. Hertwig.

Caractères : 6e Sous-classe Radiolaria.

Rhizopodes marins ; à pseudopodes rayonnants, peu anastomosables ; capsule centrale entourant le noyau et l'endoplasme.

---

(1) Schröder (Ergebn. Deutsch. Süd-polar Exp. X, p. 319.)
(2) Horotneff (Z.W.Z., LI, 1890, p. 622)
(3) Stiasny (Z. Anz. XXXIII, 1908, p. 442)
(4) (Mém. inst. genevois, XV, 1883, p. 13)
(5) (Bronn I, p. 327)
(6) (Z.W.Z., LXIII, 1898, p. 159, pl. VIII, fig. 1 ; A. Prot. XIV, 1909, p. 244, note)
(7) (l.c. p 444.)

2ème Classe Sporozoa Leuckart[1]

Cette classe, assez artificielle et certainement provisoire, renferme des Protozoaires tous parasites, dépourvus d'appareils propulseurs et préhenseurs, se nourrissant toujours par osmose; aussi ne présentent-ils ni bouche[2] ni vacuoles alimentaires ou pulsatile. La reproduction se fait d'ordinaire par des spores, c'est à dire des corps à enveloppe solide, qui donnent naissance à des sporozoïtes, lesquels reproduisent l'adulte.

Etudions successivement les différents ordres; nous verrons ensuite comment on peut tenter de les grouper.

1er Ordre Gregarinæ.

Les Grégarines sont des parasites d'Invertébrés, surtout d'Insectes et d'autres Arthropodes. On en rencontre en outre chez les Annélides, moins chez les autres Vers; elles sont très rares chez les Echinodermes, les Mollusques, les Bruniers. On n'en connait pas chez les Vertébrés. Elles vivent surtout dans

---

(1) (σπόρος, semence; ζῶον, animal.)

Fig. 158. Stomatophora coronata (Hesse) (d'après Drzewiecki)

(2) Drzewiecki (A. Prot. X, 1907, p. 218) a pourtant décrit une bouche chez la Grégarine Monocystis coronata Hesse, qu'il a baptisée pour ce fait Stomatophora coronata; mais il est bien probable qu'il s'agit seulement d'une ventouse.

l'intestin, mais assez souvent aussi dans le cœlome.

Elles ont été découvertes par Cavolini en 1787[1] chez un Cancer : il les regardait comme des Cestodes, car il les trouva associées par deux. Léon Dufour en 1828[2] leur donna leur nom, dérivé de grec, troupeau, parce qu'elles se trouvent en grand nombre réunies. Il les croyait voisines des Trématodes et leur reconnaissait une bouche.

Nous prendrons pour type :
Stylorhynchus longicollis Stein[3], étudié par Léger[4] parasite dans le tube digestif du Coléoptère, Blaps mortisaga, et d'autres espèces voisines.

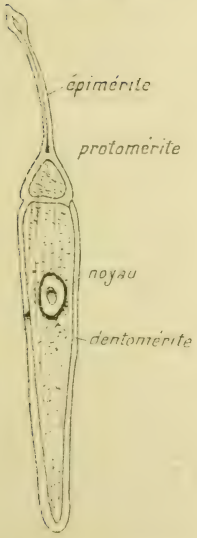


Fig. 159. Stylorhynchus longicollis Stein.

La Grégarine (fig. 159) présente une forme bien définie et non plus amiboïde. On y distingue 3 segments : l'épimérite rétréci en style avec un bouton allongé au bout, le protomérite conique et le deutomérite plus grand, contenant le noyau. Ces noms sont d'Aimé Schneider[5] Mais il y a de grandes variations dans la forme de ces parties, notamment de l'épimérite qui peut se garnir de crochets variés ou d'une ventouse.

L'ectoplasme et l'endoplasme sont bien distincts.

L'ectoplasme sécrète deux couches externes (fig. 160-a, b); une cuticule

(1) (mem. S. gener. d. Pisci e d. Granchi, Napoli 1787, p. 169)
(2) (Ann. sci. nat. (1), XIII, p. 366)
(3) (στῦλος, style ; ῥύγχος, bec)
(4) (A. Prot. III, 1904, p. 303)
(5) (A. Z. E. (1), II, 1873, p. 517).

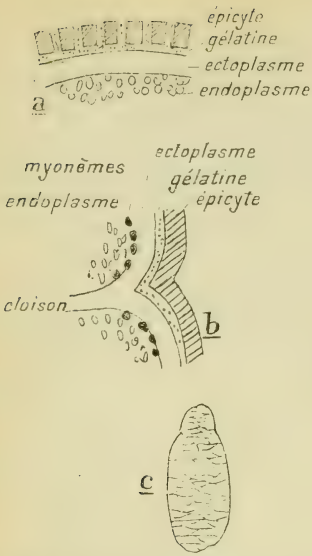


Fig. 160. Gregarina Munieri Schn.
a. Coupe transversale (fragment) (d'ap. Schewiakoff.)
b. Coupe longitudinale, région de la cloison (d'ap. Schewiakoff.)
c. Myonèmes (d'ap. Schneider)

organique (épicyte de A. Schneider), qui constitue seule les crochets de l'épimérite, quand ils existent, et est découpée sur tout le corps en longues lanières longitudinales, parallèles, séparées par des sillons étroits. Là, la 2ème couche, sécrétée, gélatineuse, est à nu.

L'ectoplasme proprement dit est mince, dépourvu de granulations. Il forme la cloison qui sépare le protodeutomérite. A la limite interne de l'ectoplasme existent des myonèmes transversaux (c) formant un réseau peu régulier, parfois à aspect strié. Ils manquent chez beaucoup d'espèces.

L'endoplasme, très granuleux, est séparé nettement en deux parties par la cloison que les granulations ne traversent pas. Celles-ci sont surtout formées d'une substance bi-réfringente, dite paramylon ou paraglycogène[1]; mais elle a des réactions différentes du paramylon des Flagellates[2]. Il y a aussi des matières protéiques diverses et parfois des cristaux, mais pas de produits d'excrétion reconnaissables: il est probable que la nourriture absorbée

(1) Bütschli (Arch. Anat. Physiol. 1871, p. 362; Zeit. Biol. XXI, 1885, p. 603) Cf Alexeieff (A.Z.E. (5), X, 1912, p. LXXIX)

(2) de Beauchamp (A.Z.E. (5), VI, p. LVIII)

est directement et entièrement assimilable.

Le noyau, toujours contenu dans le deutomérite, est gros et pourvu d'un caryosome. Il émet dans le plasma des chromidies qui pour Hesse [1] jouent un rôle dans la formation et la dissolution des réserves.

Ainsi constitué, l'animal est fixé par son épimérite à une cellule de l'intestin de son hôte : c'est la forme céphalin [2]

Quand il a atteint tout son développement, il perd son épimérite, soit qu'il le rejette (c'est le cas de notre type) soit qu'il le résorbe. Il devient alors un sporadin [3] C'est en réalité un gamonte ou sporonte.

Il est capable de contorsions variées, de mouvements péristaltiques, et aussi de progression par une sorte de glissement tout d'une pièce, sans contractions visibles. Schewiakoff [4] a expliqué ce déplacement étrange en remarquant qu'il s'écoule en arrière, par les rainures de la cuticule, une série de filaments gélatineux (fig. 161), dont l'ensemble forme un cylindre qui durcit et se colle au substratum. L'animal serait ainsi repoussé en avant par le produit de sa propre sécrétion. Lorsque la provision de gélatine est épuisée, l'animal s'arrête un certain temps pour la reformer.

Fig. 161. Gregarina Munieri Schn.
Extremité postérieure d'un individu progressant (d'ap. Schewiakoff.)

---

(1) (A.Z.E. (5), III, 1909, p. 88.)
(2) (A. Schneider (A.Z.E. (1), IV, 1875, p. 518) (κεφαλή, tête)
(3) (σποράς, épars, disséminé.)
(4) (Z.W.Z., LVIII, 1897, p. 342, pl. XX, fig. 7)

Crawley[1] trouve ce procédé insuffisant pour la progression des grandes espèces comme Porospora gigantea qui atteint 16mm. Il admet des ondes de contraction allant d'avant en arrière et dues aux myonèmes. Schellack[2] est du même avis; mais l'orientation transversale habituelle de ces myonèmes explique mal ce mode de progression.

Il n'y a jamais de division de la Grégarine adulte.

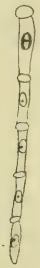


Fig. 161bis. Kirmocystis polymorpha Léger. Association de 5 individus (d'ap. Léger)

On trouve fréquemment les Grégarines associées en syzygies par deux, et quelquefois plus, à la file (fig. 161 bis). Dans ce cas la première est appelée primite, les suivantes satellites.[3] Quelquefois, chez certaines espèces, le satellite perd son protomérite (fig. 162).

Ces associations sont souvent temporaires, mais souvent aussi elles sont le prélude de la reproduction. Dans notre type, l'association pour la reproduction a lieu protomérite contre protomérite. Mais chez beaucoup d'autres les individus restent parallèles ou tête à pointe.[4]

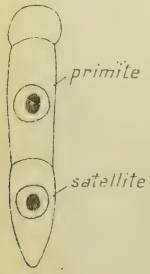


Fig. 162. Didymophyes paradoxa Stein. Syzygie où le satellite a perdu son protomérite (d'ap. Minchin)

---

(1) (P. Ac. Philadelph., 1902, p. 4)

(2) (A. Prot. IX, 1907, p. 308)

(3) A. Schneider, 1873, p. 515-516.)

(4) Léger et Duboscq, (A.Z.E. (5), VI, p. LXVIII)

Le couple se couvre ensuite d'un kyste commun.

Stein dès 1848[1] considérant ce rapprochement de deux individus comme une conjugaison. E. Van Beneden[2] pensant au contraire que chaque individu s'enkystait seul et se divisait ensuite sous le kyste.

Mais Giard[3], puis A. Schneider[4] virent l'enkystement à deux se produire sous leurs yeux. Pour Aimé Schneider toutefois l'enkystement à deux est un simple accident ; les conjoints ne se fusionnent pas. A la surface de chacun perlent des sporoblastes nombreux qui s'agitent pendant quelque temps (c'est la danse des sporoblastes), puis s'entourent d'une membrane solide et deviennent des spores[5].

Celles-ci étaient d'ailleurs connues depuis longtemps. Henle[6] les appelait Navicelles et Franzius en 1846 pseudonavicelles. Lieberkühn[7] les appelait psorospermes, les rapprochant des organismes décrits sous ce nom chez les Poissons par J. Müller et qui sont aujourd'hui nos Myxosporidies.

A la suite des travaux d'Aimé Schneider il y eut deux camps parmi les zoologistes, les uns admettaient une vraie conjugaison des Grégarines ; tels Bütschli[8], Woltzs[9] ; les autres au contraire niaient la fusion des conjoints : tels Henneguy[10], Cuénot[11] pour lequel ce rapprochement était "une étape sur le chemin de la fécondation", tandis que pour Caullery et Mesnil[12] c'était au contraire le souvenir ancestral d'une conjugaison, qui ne s'achevait plus.

---

(1) (Arch. Anat. Physiol. p. 182)

(2) (Bull. Ac. Belg. XXXI, 1871)

(3) (A.Z.E, (1), II, 1873, p. 495)

(4) (A.Z.E, (1), IV, 1875, p. 524)

(5) (ibid. p. 534)

(6) (Arch. Anat. Physiol. 1835, p. 591)

(7) (Müller's Arch. 1854)

(8) (Bronn. I, 1882, p. 528)

(9) (Arch. mikr. Anat. XXXVII, 1891, qui décrivit même la fusion des noyaux après réduction chromatique, phénomènes aujourd'hui reconnus controuvés.

(10) (Ann micrograph. I, 1889)

(11) (Bibl. Anat. Nancy, VII, p. 70.)

(12) (Arch. Anat. micr. III, p. 166)

Swalecki en 1899[1] chez Lankesteria ascidiae (Lank.) découvrit que les sporoblastes, au moment de leur danse, se conjugaient deux à deux et supposa que les gamètes qui se fusionnent proviennent des deux Grégarines enkystées ensemble.

Enfin Léger en 1901[2] découvrit qu'il pouvait y avoir anisogamie et suivit le phénomène tout entier. Il a complété ses observations en 1902 et 1904[3]. Un grand travail sur la sexualité des Grégarines par Léger et Duboscq a paru en 1909[4].

Chez Stylorhynchus deux individus s'accolent par leur protomérite et se contractent fortement, ils sécrètent un mucus abondant qui devient la couche externe, mucilagineuse, du kyste; puis, quand l'ensemble des deux individus est devenu sphérique, il y a sécrétion d'une membrane mince, plus dense. Enfin apparaît un liquide aqueux qui entoure les deux conjoints. Les deux protomérites restent quelque temps visibles. Chez notre type, ces deux individus sont en apparence identiques; mais chez d'autres, Léger et Duboscq ont observé des différences, qui peuvent permettre de parler de Grégarines mâles et femelles.

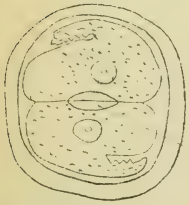


Fig. 163. Jeune kyste de Stylorhynchus

Déjà chez Lankesteria ascidiae, Siedlecki avait noté une différence de colorabilité entre les conjoints. Brasil[5] chez Urospora et Gonospora avait aussi remarqué une différence dans la taille des alvéoles et la colorabilité des deux cytoplasmes.

---

(1) (Anz. Ak. Krakau, 1899)

(2) (C.R. Ac. Sci. CXXXIII, p. 414.)

(3) (A.Z.E. (3), X, p. LXIX); (A. Prot. III, 1904, p. 303.

(4) (A. Prot. XVII, p. 19)

(5) (A.Z.E. (4), III, p. 32)

Léger et Duboscq trouvent chez Pterocephalus nobilis Schn. de la Scolopendre, le cytoplasma du mâle plus colorable, d'une trame plus serrée, et pourvu, dans la région de contact avec la femelle, d'une "plage mucoïde", formée de lamelles, qui se colorent comme le mucus périphérique. Et cette plage est déjà reconnaissable avant l'accouplement.[1] Chez d'autres Grégarines, telles que les Cephaloidophora Mavrodiadi (= Frenzelia Léger et Duboscq), l'individu antérieur d'une syzygie est toujours plus gros que son satellite; mais son sexe n'a pu être déterminé.

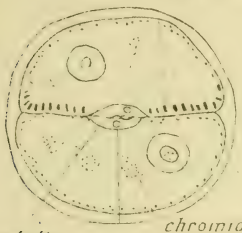


Fig 164. Kyste de Pterocephalus nobilis Schn. (=Nma gracilis Grebn.) d'ap. Leger et Duboscq.

Dans chacune des Grégarines du couple, se produisent alors des divisions répétées du noyau. Henneguy[2] avait déjà vu que la division était mitotique. La première de ces mitoses n'a pas été vue chez Stylorhynchus, mais il est probable que c'est une métamitose normale.

Il en est ainsi de certaines Monocystis d'après Cuénot[3], Brasil[4] et autres.

Mais le plus souvent la majeure partie du noyau est rejetée et ne sert pas à former le premier fuseau de division.

---

(1) (1909, p. 120)

(2) (C.R. Soc. Biol. 1887 XXXIX, p. 440)

(3) (Arch. Biol. XVIII, 1901, p. 587)

(4) (A.Z.E., (4) IV, 1905, p. 78)

Ainsi chez Pterocephalus nobilis[1], au milieu du noyau de chaque Grégarine (fig. 165 a) apparait de bonne heure un amas de grains chromatiques, situés sur un réseau serré, et séparé du reste par une aire claire.

Fig. 165. Pterocephalus nobilis Schn. formation du micronoyau (d'ap. Léger et Duboscq.)

(Schellack[2] chez Echinomera a vu même apparaître à côté de cette masse centrale un centriole, qui ici n'a été observé que plus tard).

La membrane nucléaire disparait et toute la chromatine du noyau passe dans le plasma, mais une petite plage de cette chromatine, comprenant en outre quelques nucléoles, reste séparée du reste. Elle correspond, bien probablement, à l'amas chromatique du stade précédent. Cette plage s'entoure d'une membrane et un centrosome apparait contre elle, sous forme d'un petit cône portant un centriole à son sommet. C'est un petit noyau (micronoyau) qui vient de se former aux dépens d'une partie du grand. Il n'a guère que 7 μ de diamètre; le noyau primitif en avait 45: il est donc 250 fois plus petit.

(L'existence de centrioles n'est pas générale: Mulsow[3] n'en trouve pas chez Monocystis rostrata Mulsow, mais il existe des asters qui forment un petit fuseau de division sur le côté du gros noyau: une petite partie de celui ci passe seule dans le fuseau (fig. 166)).

Chez Pterocephalus le centriole

Fig. 166. Monocystis rostrata Muls.

(1) (Léger et Duboscq, 1909)
(2) (A. Prot. IX, 1907, p. 313)
(3) (A. Prot. XXII, 1911 p. 27)

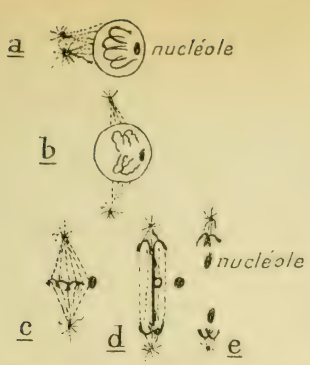


Fig 167. Pterocephalus nobilis. Schn; mitose (d'ap. Léger et Duboscq.)

et le cône (centrocône) se divisent (fig. 167 a. b) et s'écartent et on obtient une métamitose vraie à 4 chromosomes (c). Le nucléole est rejeté. Il y a de plus un grand chromosome (d) qui se coupe en deux, et forme les deux nucléoles (e). Ainsi a lieu la première division nucléaire chez Pterocephalus.

Dans ce cas il y a, dès la première division, séparation dans le noyau d'une partie reproductrice et d'une partie seulement trophique, séparation qui n'est pas absolue toutefois, car le micronoyau contient certainement autre chose que de la chromatine reproductrice: des nucléoles par exemple. Ainsi que le fait remarquer Brasil (1) une pareille séparation a lieu aussi chez Stylorhynchus et autres animaux du même type, mais un peu plus tard: à mesure qu'ils se multiplient, en effet, les noyaux se différencient: les uns restent gros et se divisent par une mitose où la membrane nucléaire disparait tard (fig. 168) ce sont des noyaux somatiques représentant la partie inutilisée du gros noyau précédent, les autres

Fig. 168. Mitose somatique de Stylorhynchus.

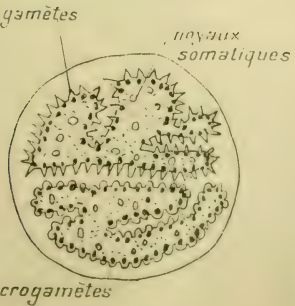


Fig. 169. Stylorhynchus formation des gamètes.

(1) (A.Z.E. (4). IV, 1905, p. 87-88)

plus petits présentent une mitose plus normale et se portent à la périphérie de la Grégarine : ce sont les noyaux reproducteurs représentant le micronoyau de Pterocephalus.

Pendant ce temps, chaque Grégarine se découpe par des incisures en boudins, puis en lobes contenant chacun un ou plusieurs noyaux somatiques qui enfin dégénèrent (Léger et Duboscq [1] comparent cette fragmentation à une schizogonie rudimentaire)

Fig. 170. Stylorhynchus
formation des microgamètes

Lorsque les lobes sont assez petits, des noyaux reproducteurs, situés à la périphérie, et qui ont d'abord continué à se diviser, font saillie à la surface en portant le centrosome à leur sommet : c'est le perlage des sporoblastes. Dans chaque noyau se différencie un caryosome (fig. 170 - a) qui expulse une partie de sa substance (fig. 170 - b) : c'est la seule réduction chromatique comme chez notre type.

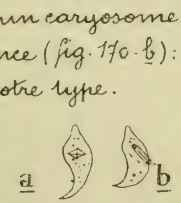


Fig. 171. Gregarina Munieri Schn.
réduction chromatique.
(d'ap. Léger et Duboscq)

Mais dans le genre Gregarina, Paehler [2] a découvert une vraie réduction chromatique dans les gamètes. Léger et Duboscq (1909) ont confirmé cette observation mais seulement pour la même famille : il y a deux mitoses (fig. 171. a) et rejet de sortes de globules polaires (fig. 171. b) par les gamètes déja différenciés.

Mulsow [3] chez Monocystis rostrata Mulsow a vu la réduction se faire lors de la dernière mitose, avant la formation des gamètes : de 8 le nombre des chromosomes se trouve réduit à 4.

---

(1) (1909, p. 123)

(2) (A. Prot. IV, 1904, p. 81.)

(3) (A. Prot. XXII, 1911, p. 36)

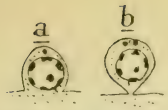


Fig 172 Stylorhynchus.
différenciation du macrogamète.

Chez la femelle, le centrocône disparait : il ne reste que le centriole (fig. 172-a) qui se divise en deux par étranglement. Le gamète devient sphérique et reste fixé à la masse de reliquat par un court pédicule (b).

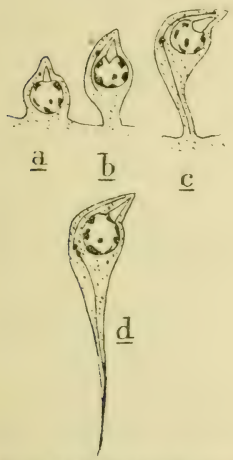


Fig. 173 Stylorhynchus.
différenciation du microgamète.

Chez le mâle, le centrocône se transforme en un rostre hyalin. Le centriole quitte sa pointe (fig 173-a) et il émane de lui dans les deux sens un filament (b) : d'un côté ce filament se prolonge jusqu'à l'extrémité du rostre, de l'autre il pénètre dans le pédicule, qui s'allonge et prend la forme d'une queue (c). Le centriole se morcelle enfin en 2 à 3 renflements, situés sur le trajet du filament. Quand il est achevé, le gamète mâle se détache : il présente une tête contenant le noyau, un rostre, et une queue à filament axial (d)

Il y a de plus d'autres gamètes, moins nombreux, fusiformes, plus gros, qui paraissent stériles et dont la signification est inconnue.

Devenus libres, les gamètes mâles se précipitent sur les gamètes femelles qu'ils détachent ; il y a une mêlée sexuelle active : c'est la danse des sporoblastes. Les gamètes mâles semblent se disputer les femelles, et il arrive qu'un gamète mâle vienne reprendre à un autre un gamète femelle qu'il avait déjà

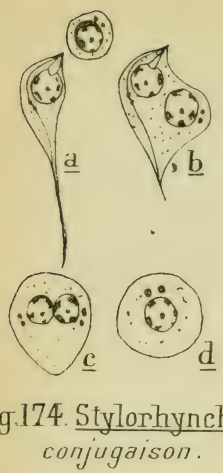


Fig. 174. Stylorhynchus, conjugaison.

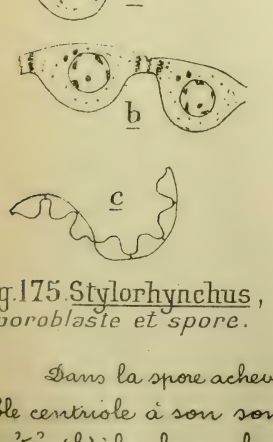


Fig. 175. Stylorhynchus, Sporoblaste et spore.

choisi : il y a là comme une sélection sexuelle en miniature.

Le gamète mâle pique le gamète femelle avec son rostre (fig. 174-a), puis le gamète femelle glisse contre celui-ci et vient se fusionner avec le mâle à sa base (b). Rostre et filament axial disparaissent après quelque temps : il reste alors deux noyaux, chacun pourvu de deux centrioles (c). Il parait y avoir fusion noyau à noyau et centriole à centriole, car plus tard on ne trouve plus qu'un noyau et deux centrioles, plus gros que les précédents (d).

L'œuf fécondé devient sporoblaste (c.à.d. spore n'ayant pas encore de membrane dure) : il prend la forme que devra avoir la spore, ici celle d'un trigone aplati en bourse (fig. 175, a). Deux taches chromatiques se montrent en deux points opposés ; là apparaissent des papilles collantes qui réunissent les spores en chaines (b-c). Les spores s'entourent d'une double membrane : exospore et endospore.

Dans la spore achevée un centrocône reparait, portant le double centriole à son sommet (fig. 176-a). Par métamitose répétée (b) il se forme huit corpuscules falciformes ou sporozoïtes d'Aimé Schneider, allongés, contenant un noyau vers leur

extrémité postérieure (c.d) Le kyste est alors prêt à être expulsé

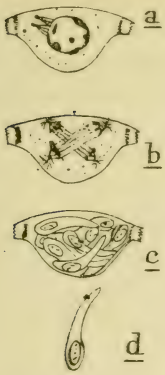


Fig.176. Stylorhynchus.
Formation des sporozoïtes

Comme on le voit, il y a ici une anisogamie très accentuée. L'anisogamie chez les Grégarine est une découverte de Léger, car Siedlecki croyait à une isogamie parfaite. Il paraît y avoir, en effet, parfois isogamie, mais Brasil a montré [1] que dans bien des cas, l'isogamie n'était qu'apparente, et qu'il y avait une différence dans la taille ou la colorabilité du noyau des gamètes (fig. 177). Léger et Duboscq croient que l'anisogamie est la règle générale chez les Grégarines.

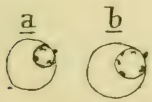


Fig.177. a. microgamète
b. macrogamète
d'un Monocystis du Lombric (d'ap. Brasil)

Dans tous les cas l'anisogamie serait primitive d'après Mulsow [2], car on ne comprendrait pas l'acquisition d'organes propulseurs par le gamète mâle, dans des conditions aussi favorables à la rencontre des gamètes, puisqu'ici les deux sexes sont enfermés ensemble dans un même kyste; on peut au contraire s'expliquer la perte de l'appareil propulseur, devenu inutile.

Nous avons toujours supposé que deux Grégarines s'enkystaient ensemble, mais nous savons qu'on a observé parfois l'enkystement solitaire. Dans ce cas il paraît simplement y avoir dégénérescence de l'animal [3]. Pourtant on a parfois

(1) (A.Z.E. (4), III, p 32 et IV, p.90)
(2) (A. Prot XXII, 1911, p.44)
(3) Brasil (A.Z.E. (4), IV, 1905, p.75)

décrit la formation directe de sporoblastes parthénogénétiques[1]

Ainsi chez Rhytidocystis Henneguyi de l'intestin d'Ophelia neglecta d'après de Beauchamp[2] l'enkystement paraît normalement et toujours solitaire. Des sporoblastes parthénogénétiques perlent directement à la surface de la Grégarine enkystée. Toutefois l'auteur fait remarquer lui même que ce pourrait être un phénomène de schizogonie.

Le kyste, expulsé dans l'air humide, se rompt par des procédés variés. Chez Stylorhynchus[3] la masse résiduelle des deux Grégarines se fusionne au centre et s'entoure d'un pseudo-kyste, situé à l'intérieur du vrai. C'est ce pseudo-kyste, en se gonflant, qui fait éclater la coque externe. Les spores sont mises en liberté : ce sont les Navicelles de Henle. Leur forme est très variable selon les espèces.

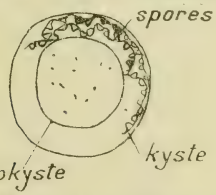


Fig. 178. Kyste de Stylorhynchus.

Avalées par un autre hôte de même espèce, elles s'ouvrent (fig. 179. l), et les sporozoïtes (m), pénètrent dans les cellules intestinales (n). D'ordinaire il y a une phase intracellulaire (o), le sporozoïte pénétrant entièrement dans une cellule de l'hôte ; en s'accroissant aux dépens de cette cellule, la jeune Grégarine finit par faire saillie dans la lumière de l'intestin (p. q), où elle se différencie peu à peu en adulte (a), restant fixée seulement par son épimérite. Chez d'autres espèces le sporozoïte ne pénètre qu'en partie dans

---

(1) Caullery et Mesnil (C.R. Ac. Sci. CXXVI, 1898, p. 262); Miscellanées Giard 1899 ; (Arch. Anat. micr. III, 1900, p. 149).

(2) (C.R. Ac. Sci CLIV, 1912, p. 1384) (Cf. A. Prot. XXXI, 1913, p. 138).

(3) A. Schneider (A.Z.E (1), IV, 1875, p. 530).

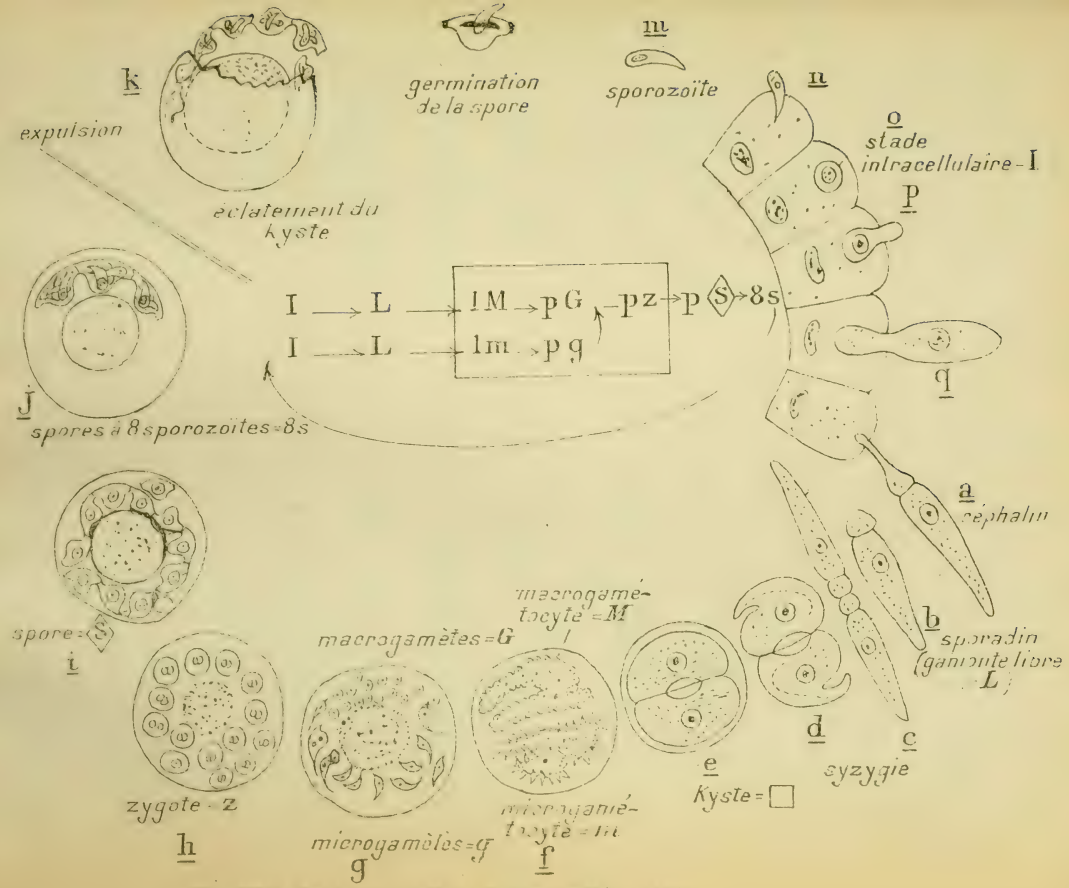


Fig 179. Stylorhynchus longicollis Stein.

la cellule-hôte ou même se borne à s'y fixer extérieurement. Enfin certains traversent la paroi intestinale pour se développer dans le cœlome. A mesure que la Grégarine grossit, la cellule-hôte dégénère et est détruite, mais comme, en général, chaque Grégarine n'attaque qu'une seule cellule, le parasite paraît inoffensif.

Le cycle peut donc se résumer ainsi (fig 179) ; deux jeunes d'abord intracellulaires (i) deviennent des adultes libres (I) qui s'accouplent sous un même kyste □ ; chacun devient un gr. métocyte sans se diviser (1M et 1m). De chaque gamétocyte naissent un grand nombre de gamètes (p.G et p.g) dont la conjugaison donne autant de zygotes (z). Chaque zygote devient une spore (p ⊗) dans laquelle se différencient 8 sporozoïtes (8.s) qui reproduisent le jeune intracellulaire.

Classification

Léger[1] divise les Grégarines en deux sous-ordres:

1° Eugregarina, pas de schizogonie : c'est notre type;

2° Schizogregarina : la schizogonie existe.

1er Sous-ordre Eugregarina Léger.

Pas de schizogonie.

Deux tribus : 1° Tribu Cephalina

1° Cephalina ou Polycystina Delage et Hérouard.

Un épimérite ; d'ordinaire un protomérite, distinct d'un deutomérite. C'est notre type : aussi plaçons-nous ce groupe le pre-

(1) (C.R. Soc. Biol. 1900, LII, p. 870)

mier ; mais c'est en réalité le plus spécialisé.

Stylorhynchus Stein : épimérite simple ; spores en bourse ; pseudo-kyste.

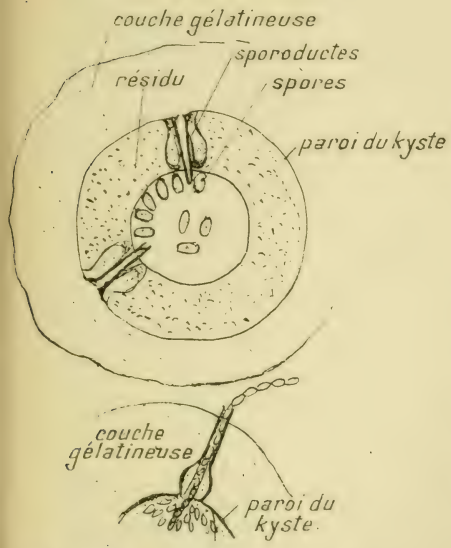


Fig. 180. a. Gregarina ovata.
b. Gregarina blattarum Siebold.
Kystes et Sporoductes.

Gregarina L. Dufour (= Clepsidrina Hammerschmidt). Epimérite simple. Spores ovales ou cylindriques. Certaines espèces ont des kystes à sporoductes[1] : là, le résidu forme des tubes, qui semblent des invaginations de la paroi du kyste ; les spores passent au centre (fig. 180. a). A maturité les sporoductes se dévaginent et traversent l'épaisse couche de gélatine qui entoure le kyste. Les spores sont émises en chapelet par ces tubes (b).

Pterocephalus Aimé Schneider[2]. Le sporozoïte se fixe par son extrémité antérieure, qui devient un épimérite peu distinct, à l'épithélium de la Scolopendre (fig. 181. a). Puis l'animal se couche légèrement de côté (b) et se fixe aux cellules voisines (c) par son protomérite, qui s'aplatit et envoie des prolongements entre les cellules (d-e).

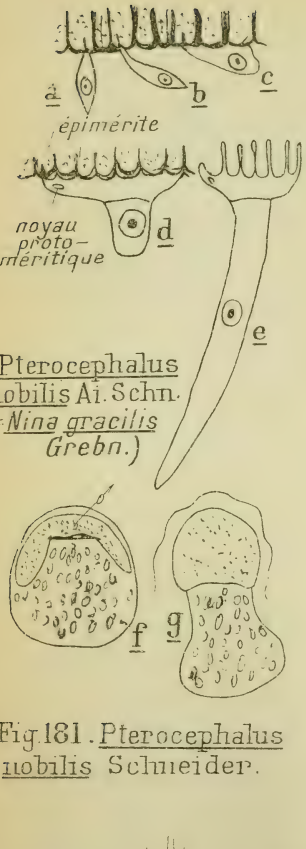
---

(1) Ai. Schneider (A.Z.E (1) II, 1873, p. 522), Schnitzler, (A. Prot. VI, 1905, p. 327)

(2) Le vrai nom devrait être Nina Grebnicki, mais l'autre est consacré par l'usage (πτερόν, aile ; κεφαλή, tête)

Dans le protomérite existe un petit corps chromatique, découvert par Léger[1] qui persiste quelque temps chez l'animal enkysté. Ce pourrait être un noyau protoméritique : alors les Grégarines seraient primitivement bicellulaires [2]; ou peut être un centrosome : il y en a un à l'extrémité antérieure du sporozoïte des Aggregata.[3]

Le résidu de la Grégarine mâle forme un pseudo-kyste latéral (f), qui se gonfle pour faire éclater le kyste externe (g).



Pterocephalus nobilis Ai. Schn. (= Nina gracilis Grebn.)

Fig. 181. Pterocephalus nobilis Schneider.

Pyxinia Hammerschmidt[4] : long épimérite en suçoir qui pénètre seul dans la cellule. (fig. 182)

Exniocystis Léger[5], à deutomérite subdivisé par des cloisons, ce qui lui donne un aspect de Exania. (fig. 183)

Schneideria Léger[6], a un épimérite, mais pas de cloison séparant un protomérite. (fig. 184)

Cephaloïdophora maculata Léger et Duboscq,[7]

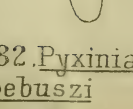


Fig. 182. Pyxinia moebuszi (Lég. et Dub.)

(1) Léger et Duboscq (A.Z.E (4), I, 1903, p. CXLII
(2) Dogiel (Z.W.Z. LXXXIX, 1908, p. 460).
(3) Léger et Duboscq (A. Prot. XII, p. 59).
(4) (πυξίς, boîte).
(5) (A. Prot. VII, 1906, p. 307) (ταινία, bandelette; κύστις, vésicule.
(6) (Cabl. zool. III, p. 153)
(7) (A.Z.E. (5), VI, 1911, p. LXVI)

Fig.183. Tæniocystis mira Léger.

parasite d'un crustacé, possède un corps nucléoïde dans une aire claire, qui semble parfois en communication avec le sommet protomérique par un court canal. Cela représenterait pour Alexeieff (1) le stigma et le pharynx d'un Euglène et serait une indication de la descendance euglénienne des Grégarines.

Fig.184. Schneideria mucronata Léger.

2ème Tribu Acephalina Kölliker (= Monocystina Stein)

Pas d'épimérite ni de cloison. La plupart vivent dans le cœlome

Monocystis Stein.

Plusieurs espèces notamment dans les sacs spermatiques des Vers de terre (fig. 186), où elles vivent entourées par les spermatogones, puis les spermatozoïdes.

D'autres ont une véritable toison (fig. 187). Presque isogames. On ne sait comment les spores sortent ni comment les sporozoïtes pénètrent dans

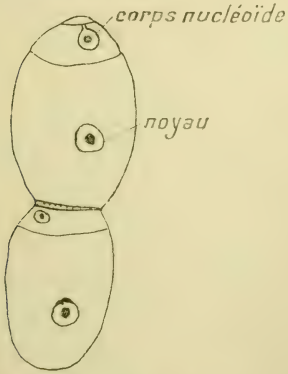


Fig.185. Cephaloïdophora inaculata Lég. et Dub.

leur lieu d'habitat.

Urospora. Ai Schneider (2):

Fig 186. Monocystis magna A. Schmidt, syzygie (imit. Cuénot)

(1) (A.Z.E. X, 1912, p. LXXX)

(2) (οὐρά, queue)

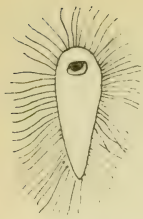


Fig. 187. Rhynchocystis pilosa Cuénot.

spore à long filament (fig. 188). Une espèce, U. sipunculi, n'a pas de phase libre : elle s'enkyste directement dans l'épithélium intestinal où le sporozoïte a pénétré.

Lankesteria Mingazzini ; L. ascidiæ (Lank) est l'espèce ou Siedlecki a découvert la gamétogénèse.

Fig. 188. Urospora synaptæ Cuénot.

2ème Sous-ordre Schizogregarina Léger

A la gamogonie, s'ajoute régulièrement une schizogonie.

Léger et Duboscq le divisent en deux tribus :

1° Monospora, produisant une seule spore.

2° Polyspora, en donnant plusieurs.

1ère Tribu. Monospora Léger et Duboscq.

Ophryocystis Aimé Schneider, des tubes de Malpighi de Blaps, présente l'aspect d'une Amibe (fig. 189), d'où le nom de groupe : Amœbosporidies, de Ai. Schneider (1). Mais Léger a montré que les prolongements étaient rigides et n'étaient pas des pseudopodes. Il a suivi le cycle évolutif (2).

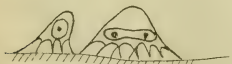


Fig. 189. Ophryocystis Mesnili Léger.

L'animal, fixé à l'épithélium

(1) (C.R. Ac. Sci. XCVI, 1883, p. 1378 ; A.Z.E. (2), II, 1884, p. 125)

(2) (A. Prot. VIII, 1907, p. 159)

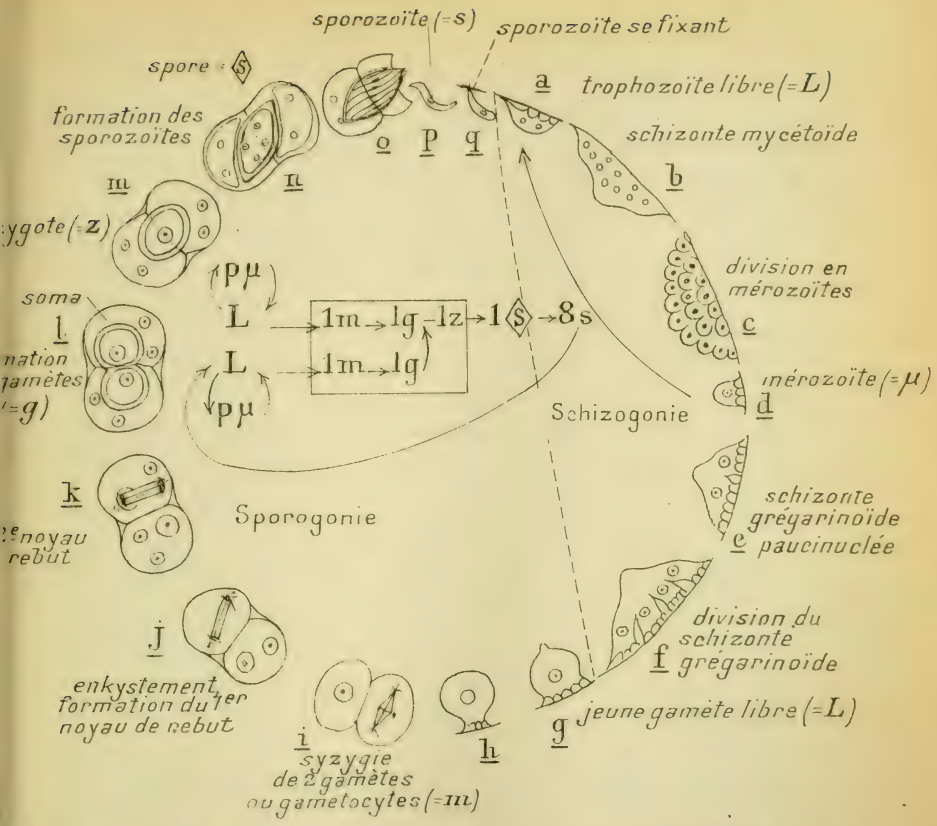


Fig. 190. Ophryocystis Hessei Leger, cycle évolutif, d'ap. Léger.

par ses prolongements (fig. 190 - a) divise son noyau à plusieurs reprises et devient plurinucléée (b), c'est un schizonte mycétoïde, qui se résout (c) en mérozoïtes uninucléés (d). Ceux-ci peuvent reproduire le trophozoïte ; ou bien devenir chacun un schizonte paucinucléé ou grégarinoïde (e), qui se divise (f) de façon à ne garder qu'un noyau. Ce sont alors des gamontes ou sporontes (g. h.). Deux sporontes s'en-

kystent ensemble (i). Leur noyau se divise deux fois, et, dans chacun d'eux, deux noyaux dégénèrent (j. k). Autour du noyau qui persiste s'isole une cellule : c'est un gamète (l). Par isogamie (m) il y a production d'une spore unique (n) dans laquelle se forment les huit sporozoïtes (o. p. q.) normaux.

2ème Tribu Polyspora. Lég. et Dub.

Plusieurs spores.

Schizocystis Léger,[1] dans l'intestin de larves de Diptères. L'adulte (fig. 191. a) est cylindrique et a une forme bien définie. Il devient rapidement multinucléé (b. c). Puis il se résout (d) en mérozoïtes uninucléés, qui reproduisent l'adulte. Plus tard, ces mérozoïtes deviennent directement des sporontes (e). qui s'enkystent à deux comme deux Grégarines normales (f, g). La production des gamètes (h, i), (il y a légère anisogamie (j)) et la formation des spores (k) à 8 sporozoïtes (l. m), sont normales. Ce type ne diffère donc des Eugrégarines que par l'adjonction de la schizogonie (outre la suppression de la phase intracellulaire, fréquente aussi chez les Eugregarines).

C'est peut être ici qu'il faut placer.

Gonospora longissima, de la cavité cœlomique d'une Annelide, dans laquelle Caullery et Mesnil[2] ont décrit pour la première fois la schizogonie chez une Grégarine : le corps, encore intracellulaire, se divise en 6 à 8 mérozoïtes, disposés en corps de barillet, qui sortent de la cellule-hôte et reproduisent l'adulte, après avoir attaqué une cellule voisine. Brasil (A. Prot VIII, 1907, p 388) a critiqué cette observation.

---

(1) (C.R. Soc. Biol. LII, 1900, p. 868 ; A. Prot. XVIII, 1909, p. 83)

(2) (C.R. Ac. Sci. CXXVI, 1898, p. 262, C.R. Soc. Biol.). L, 1898, p. 65 ; ibid, LIII, 1901, p. 84)

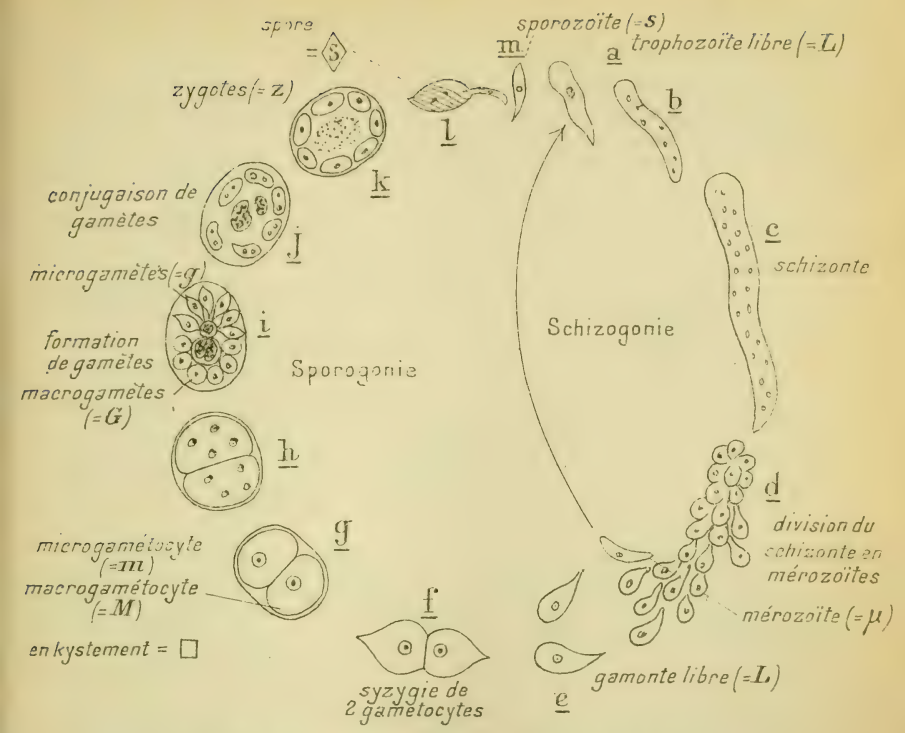
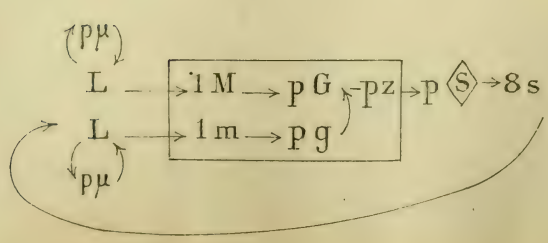


Fig. 191. Schizocystis gregarinoïdes Léger.



Selenidium Giard[1], dans l'épithélium intestinal d'Annélides. Pourvu d'un épimérite. Schizogonie dans la phase intracellulaire. Spores à 4 sporozoites seulement[2].

Ici doit sans doute aussi prendre place :

Siedleckia Caullery et Mesnil[3], fixée à l'épithélium du tube digestif d'Annelides. Un épimérite différencié (fig. 192. a) : une espèce de Naples porte une couronne de crochets (b)[4]. Vermiforme, aplatie, à nombreux noyaux. Des fragments plurinucléés se détacheraient à l'extrémité inférieure. Cet être a été considéré comme une Exosporidie voisine des Amœbidium, ou comme un Mésozoaire. Léger et Duboscq[5] le rapprochent de Selenidium et croient cette fragmentation pathologique : la vraie schizogonie serait encore inconnue, comme la gamogonie.

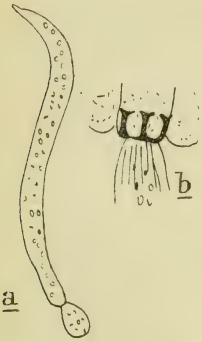


Fig. 192. a. Siedleckia nematoides Caull. et Mesn.; b, S. sp. de Naples, épimérite.

C'est aussi parmi les Schizogrégarines que Léger et Duboscq[6] placent la Grégarine géante du Homard :

Porospora gigantea (E. van Beneden), qui atteint 1½ cm. et plus. Elle a l'aspect d'une Polycystide, avec un épimérite très caduc. Elle se fixe à la cuticule du rectum du Homard, puis s'arrondit et s'enkyste seule. Par mitose répétée se forment de nombreux schizozoites, groupés autour de masses de.

---

(1) (σελήνη, croissant de lune).

(2) Caullery et Mesnil (Trav. Wimereux VII, 1899) Brasil (A. Prot. VIII, 1907, p. 370)

(3) (C. R. Soc. Biol. L, 1898, p. 1093. Trav. Wimereux, VII, 1899)

(4) Dogiel (Z. W. Z. XCIV, 1909, p. 428)

(5) (A. Z. E. (5) V, p. 210)

(6) (A. Prot. XVII, 1909, p. 26, 103)

rel quat arrondies (fig. 193) ces masses ont été prises par Aimé Schneider[1] pour des spores à paroi por. use (d'où le nom de Porospora qu'il a créé), puis pour des spores nues, pr tant des sporozoïtes serrés,[2] (d'où le nom de Gymnosporées qu'il a donné au groupe).

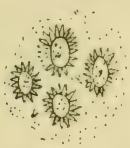


Fig. 193. Schizogonie de Porospora gigantea E. v. Beneden

Quand les Grégarines s'enkystent à deux, chacune donne séparément des mérozoïtes. La sporogonie est donc inconnue.

On n'a jamais vu la suite du développement chez cette espèce.[3]

Enfin la place des Aggregata demeure douteuse entre les Grégarines et les Coccidies. Doflein[4] en fait un sous-ordre des Grégarines (Aggregataria Labbé). Leur histoire est compliquée.[5]

En 1875[6] Aimé Schneider découvrait chez le Poulpe et la Seiche une Coccidie qu'il appelait Benedenia octopiana, puis en 1883 Klossia octopiana.

Labbé en 1896 sépara l'espèce de la Seiche sous le nom de Klossia Eberthi.

Ce même animal porta ensuite le nom de Légeria Eberthi Blanchard 1900, puis de Eucoccidium Eberthi Lühe 1902, de Légerina Eberthi Jacquemet 1903.

---

(1) (A.Z.E., (1), IV, 1875, p. 585)

(2) (Bull. Zool., II, 1887, p. 15)

(3) Tout récemment (C.R. Ac. Sci., CLVI, 1913, p. 1932) Léger et Duboscq ont découvert la gamogonie d'espèces voisines : elle a lieu chez des Lamellibranches. Les Porospora sont des Grégarines à changement d'hôte et à spores monozoïques.

(4) (Lehrbuch, 1911, p. 856)

(5) Voyez le détail dans Léger et Duboscq (A. Prot. XII, 1908, p. 45)

(6) (A.Z.E. (1), IV, 1875, p. XLIV

12ème F.

En 1906, Léger et Duboscq démontrèrent [1] que les formes décrites sous tous ces noms n'étaient que les stades gamogoniques de kystes, dénommés par Frenzel en 1895 Aggregata, dans l'intestin de Portunus.

Le nom correct est donc, pour le moment, Aggregata Eberthi (Labbé).

D'après Léger et Duboscq [2] (1908), les jeunes pénètrent sous l'épithélium intestinal des Portunus et y grossissent énormément.

Ils en distinguent deux sortes : les unes, dites mâles, à membrane plus épaisse et réseau cytoplasmique serré, les autres bien plus grosses (200 μ au lieu de 30) à membrane plus mince et réseau moins dense. Des phénomènes nucléaires complexes et étranges se passent dans leur noyau. Il y a rejet de la majorité de la chromatine, le premier fuseau se formant aux dépens d'une petite partie du noyau seulement.

Le noyau se divise par mitoses répétées ; le corps se fragmente en masses, à la surface desquelles viennent perler des mérozoïtes, comme le font les gamètes dans les Grégarines normales (fig. 194). Ce sont là les kystes de Frenzel.

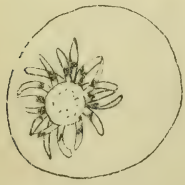
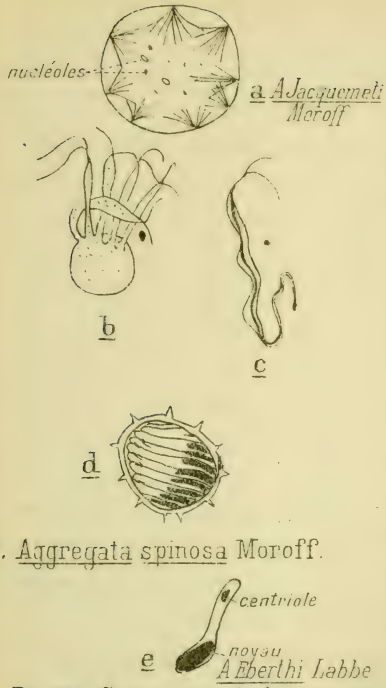


Fig. 194. Schizogonie de Aggregata Eberthi (Labbé)

Quand une Seiche a mangé un Crabe infesté, les mérozoïtes traversent son épithélium intestinal et pénètrent dans des cellules de la sous-muqueuse. Là, sans se réunir en syzygie (ce qui est tout à fait exceptionnel), les individus se différencient, les uns [probablement ceux qui proviennent des mâles de Léger et Duboscq] en microgamétocytes, les autres en macrogamétocytes. Alors se

(1) (C.R. Ac. Sci. CXLII p. 1225 ; C.R. Soc. Biol. LVIII, p. 1001).
(2) (A. Prot. XII, 1908, p. 60)



b-d. Aggregata spinosa Moroff.

Fig 195 Gamogonie de Aggregata

passent des phénomènes nucléaires complexes, étudiés en grand détail par Moroff [1]; dans les microgamétocytes, il y a des mitoses multiples (fig. 195-a) et perlage (b) de microgamètes (c) à noyau très allongé et à deux flagelles. Moroff avait d'abord décrit [2] la formation de nombreux macrogamètes aux dépens des macrogamétocytes, la formation d'autant de spores (d) que de zygotes et dans celles-ci, d'un nombre variable de sporozoïtes : 2 à 4 chez A. Eberthi, 8 à 24 chez A. Jacquemeti. Ces sporozoïtes (e) paraissent conserver à leur extrémité antérieure un centriole [3]. Ils sont mis en liberté dans l'estomac des Portunus qui mangent les cadavres de Seiches ou les résidus de leur digestion. Ce cycle, comprenant de nombreux macrogamètes nés du même individu était un cycle de Grégarine.

Seulement la conjugaison de ces gamètes n'a pas été vue. Moroff l'avait ainsi d'abord placée après la division

---

(1) (A. Prot. XI, 1908, p. 1)

(2) (C.R. Ac. Sci. CXLII, 1906, p. 652)

(3) Léger et Duboscq (A. Prot. XII, 1908, p. 59)

des macrogamétocytes en nombreux éléments, et regardait ceux-ci comme des macrogamètes. Il a reconnu depuis [1] que la conjugaison pouvait aussi bien s'être faite avant la division de ce macrogamétocyte : celui-ci serait alors devenu un macrogamète unique sans se diviser, ce qui est caractéristique des Coccidies. La division qui devait produire les macrogamètes serait alors la division du zygote pour donner plusieurs spores. Tant que la conjugaison n'aura pas été positivement vue, la place de ces êtres sera douteuse entre les Grégarines et les Coccidies.

Caractères 1er Ordre : Grégarines

Sporozoaires de forme définie, dont le stade végétatif est d'abord intracellulaire, puis extracellulaire (sauf exceptions), dont les adultes se réunissent en syzygie et s'enkystent ensemble avant de former les gamètes (sauf Aggregata). Il y a conjugaison anisogame (ou presque isogame) entre éléments homologues : macrogamétocytes et microgamétocytes se divisant pour fournir de nombreux gamètes. Chaque zygote donne une spore, typiquement à 8 sporozoïtes.

Appendice.

On ne sait que faire de la curieuse :

Schaudinnella Nusbaum [2] de l'intestin d'un Oligochète. Par ses caractères externes, c'est une Grégarine monocystidée. Mais il n'y a pas d'accouplement. Les macrogamétocytes donnent 8 à 10 macrogamètes, les microgamétocytes un grand nombre de microgamètes fusiformes, sans

(1) (A. Prot. XI, 1908, p. 119, 141.)

(2) (Z.W.Z. LXXV, 1903, p. 281.)

se rapprocher. La conjugaison est amisogame. Le zygote s'enkyste après. Il peut être évacué ou pénétrer dans une cellule voisine et se multiplier par schizogonie. Cette place de la schizogonie après la fécondation, si elle est confirmée, est tout à fait sans exemple. A part cela l'animal paraît voisin des Grégarines, surtout des Aggregata, si du moins celles-ci sont bien des Grégarines.

2ème Ordre Coccidia Leuckart.

Les Coccidies, sont des parasites intracellulaires pendant la phase de nutrition, de forme mal définie, sans aucune différenciation cytoplasmique et différant des Grégarines surtout par leur mode de conjugaison.

Leur distribution est presque complémentaire de celle des Grégarines: elles existent en effet surtout chez les Vertébrés et les Mollusques. Très rares chez les Vers, elles sont relativement peu nombreuses chez les Insectes et autres Arthropodes, sauf pourtant chez les Myriapodes. Une espèce Hyalosphæra gregarinicola Dogiel [1] est parasite d'une Grégarine.

Elles sont connues depuis longtemps car elles causent des dégats visibles chez les animaux domestiques: dans le foie du Lapin notamment. Hake en avait décrit dès 1839 [2] mais il les regardait comme des globules du pus. Remak en 1845 [3] les rapproche des Psorospermies des Poissons de J. Müller (= Myxosporidies). A partir de ce moment elles furent longtemps connues sous le nom de Psorospermies oviformes.

Lieberkühn [4] reconnut leur parenté avec les Grégarines. Kloss [5]

---

(1) (A. Prot. VII, 1906, p. 123)

(2) (A treatise on varicose capillaries etc. London)

(3) (Diagnostiche u. pathol. Untersuch. Berlin)

(4) (A. Anat. Physiol. I. II, 1854)

(5) (Abh. Senkenb. Nat. Ges. I, 1855, p. 189)

décrivit en partie le cycle évolutif d'une Coccidie de l'Escargot, devenue Klossia helicina. Eimer (1) appela Gregarina falciformis celle de la Souris, à laquelle Aimé Schneider (2) donna plus tard le nom de Eimeria falciformis et dont il décrivit le cycle ainsi : l'Eimeria vit dans une cellule intestinale de la Souris, s'y enkyste (croyait-il) et se transforme en une spore unique, contenant de nombreux corpuscules falciformes ou sporozoïtes, qui reproduisent l'adulte.

En 1879 Leuckart (3) appelle celle du foie du Lapin Coccidium oviforme (4) et une autre C. perforans, très voisine, sinon identique.

Ces êtres vivent dans les cellules des canaux biliaires du Lapin, s'y enkystent et se divisent en 4 spores, contenant chacune 2 corpuscules falciformes.

On trouva dans d'autres espèces, un nombre plus grand de spores. De là la classification de Aimé Schneider (5) en Monosporées, Oligosporées (à nombre constant de spores) et Polysporées (à nombre indéfini de spores).

D'après Leuckart, les spores ne pouvaient germer que dans le corps d'un autre individu ; cela rendait difficile l'explication du nombre immense de Coccidies que l'on rencontre dans un même organe, puisqu'il n'y aurait alors pas de multiplication dans le corps de l'hôte.

En 1891, R. Pfeiffer, de Berlin (6) trouva dans le Lapin une Coccidie Monosporée, du type de l'Eimeria. Il émit l'hypothèse que cet être était une 2e forme de Coccidium perforans. La forme Eimeria assurant la multiplication dans le corps même de l'hôte, la forme Coccidium produisant les spores de propagation, capables d'infester d'autres individus.

Ludwig Pfeiffer, de Weimar (7) étendit aussitôt cette théorie à toutes les Coccidies, même à tous les Sporozoaires, sauf toutefois les Grégarines : tous devaient être dimorphes, avoir un mode de multiplication

---

(1) (Über ei- und kugelförmige Psorosp. Würzburg, 1870)

(2) (A.Z.E. (1), IV, 1875, p. XLI.)

(3) (Die Parasiten des Menschen, 2e ed. p. 255)

(4) (dim. de κόκκος, baie)

(5) (A.Z.E. (1), IX, 1881, p. 388)

(6) (Beit. z. Protozoenforsch. I, Berlin, 1892.)

(7) (Die Protozoen als Krankheitserreger, 2e ed. Jena, 1891)

dans le même hôte et un mode de propagation d'individu à individu. Pour lui toutes les Monosporées devaient disparaître comme n'étant que des formes de multiplication d'autres espèces.

Il y eut alors deux camps parmi les zoologistes, les uns, tels que Minganzini, Clarke, Schuberg, etc., admettant la théorie du dimorphisme; les autres, tels que M. Schneider[1], Labbé[2], la repoussant.

Léger[3] se rallia à l'hypothèse des Steiffer, mais en affirmant que le corpuscule falciforme ne pouvait donner indifféremment, soit des Eimeria, soit des Coccidium, et qu'il existait un cycle régulier, d'abord eimerien, puis coccidien.

Pendant ce temps, Schuberg[4] démontrait que les Eimeria de la Souris, cultivées en chambre humide, évoluent en Coccidium. Simond[5] faisant avaler des kystes de Coccidium oviforme à de jeunes Lapins nés d'une mère reconnue indemne, obtenait à la fois des Eimeria et des Coccidium.

Enfin Schaudinn et Siedlecki[6] suivirent le développement complet et découvrirent la reproduction sexuelle chez deux espèces parasites du Lithobius: Coccidium Schubergi et Adelea ovata. Schaudinn, dans un mémoire classique, donna le détail du cycle pour C. Schubergi[7]. C'est cet animal que nous prendrons pour type.

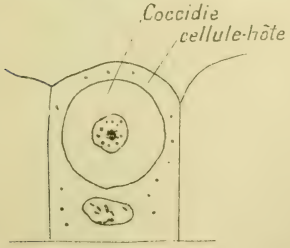


Fig. 196. Coccidium Schubergi Schaudinn

Coccidium Schubergi Schaudinn (ou Eimeria Schubergi) est parasite des cellules intestinales du Myriapode Lithobius forficatus. A l'état adulte (trophozoïte) (fig 196 et 202 a) c'est

(1) (Tabl Zool II, 1892, p. 105)

(2) (A.Z.E, (3), IV, 1896, p. 532)

(3) (Bull. Sci France-Belgique, XXXI, 1898, p. 9)

(4) (Verh. Naturh. Ver Heidelberg, V, 1895)

(5) (Ann I. Pasteur, XI, 1897, p. 545.)

(6) (Ver Deutsch. Zool. Ges. 1897, p. 192)

(7) (Z. Jahrb. Anat. XIII, 1900, p. 197)

une cellule arrondie, sans membrane, à noyau pourvu d'un gros caryosome, ne contenant pas de matériaux de réserve et absorbant par toute sa surface. La cellule-hôte s'hypertrophie, se remplit de gouttes de graisse que le parasite absorbe; son noyau est rejeté de côté; enfin elle meurt et se réduit à une mince enveloppe autour de la Coccidie: C'est elle qui avait été prise pour la membrane d'une spore unique par M. Schneider.

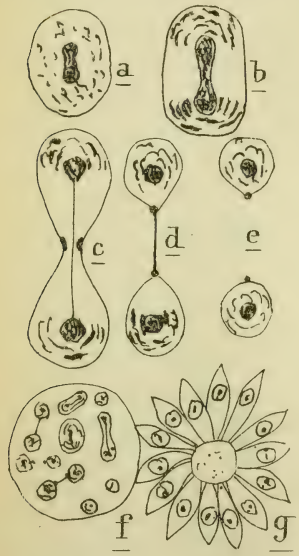


Fig. 197. Coccidium Schubergi Schaudinn. mitose (d'ap. Schaudinn)

Arrivée au terme de sa croissance, la Coccidie est devenue un schizonte ou agamonte. Son noyau se divise par haplomitose (fig. 197), avec cette particularité que, entre les deux caryosomes-filles, apparait un grain intermédiaire chromatique (c) qui se divise en deux (d) et reste quelque temps visible dans la membrane nucléaire (e). Puis la division se répète un grand nombre de fois (fig. 197, f et 202 b).

Le mode de division est assez variable selon les types: ainsi chez Klossia vitrina Moroff, Moroff[1] décrit une sorte de métamitose sans centrosomes. Adelea zonula Moroff possède au contraire des centrioles[2]

Les noyaux se portent à la périphérie, et, se coiffant de plas-

(1) (A. Prot. XXIII, 1911, p. 55)
(2) Moroff (A. Prot. VIII, 1906, p. 27.)

ma, y font saillie en corpuscules claviformes, d'abord rattachés par la queue à une masse résiduelle (fig. 197 g et 202 d), libres ensuite. Ce sont des mérozoïtes.

Dans d'autres espèces les mérozoïtes sont d'abord disposés comme les douves d'un baril autour de la masse résiduelle, formant un ensemble connu sous le nom de corps en baril. let.

Ces mérozoïtes présentent un noyau à caryosome, et atteignent 15 à 20 μ de longueur. Ils ont des mouvements métaboliques, c'est-à-dire formant des ondes d'avant en arrière.

Mais leur mode de progression ordinaire est le même que celui des Grégarines (fig. 198. a). Schaudinn [1] a en effet confirmé pour ces mérozoïtes, les idées de Scheviakoff pour les Grégarines.

Le mérozoïte se colle à une cellule intestinale et y pénètre (b), grossit, s'arrondit et devient un trophozoïte.

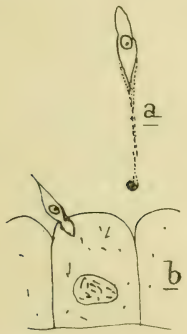


Fig. 198. Coccidium Schubergi; mérozoïte: a. progressant; b. pénétrant dans une cellule. (d'ap. Schaudinn)

Pourtant il peut aussi commencer à se diviser en mérozoïtes avant d'avoir grossi: dans ce cas, le nombre des mérozoïtes filles est petit.

Tel est le cycle schizogonique ou cycle cimerien. C'est celui que M. Schneider, admettait pour son genre Eimeria. Il ne dure que 5 jours environ. Au bout de ce temps apparait la gamogonie.

Un mérozoïte tout semblable aux précédents, en appa.

---

(1) (l. cit, pl. XIV, fig. I, f.)

rence, se différencie sexuellement : il devient un gamonte et se différencie en microgamétocyte ou en macrogamétocyte.

1° Microgamétocyte : il s'accroit vite sans accumuler de réserves. Son plasma devient finement alvéolaire. Puis il multiplie son noyau.

Schaudinn a décrit chez Coccidium Schubergi la formation de noyaux secondaires par des chromidies caryogènes.

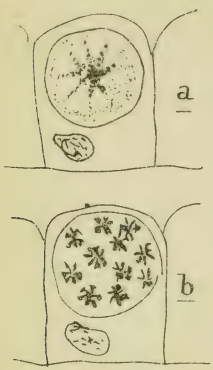


Fig. 199. C. Schubergi
Différenciation du microgamétocyte.

Le caryosome commence par rejeter la majeure partie de sa chromatine, puis la membrane nucléaire disparait, le noyau envoie vers la périphérie de la cellule des prolongements contenant des grains de chromatine (fig. 199 a); ceux-ci s'agglomèrent à la périphérie en étoiles caractéristiques (fig 199 b et 202 f), qui se concentrent enfin en noyaux. Pendant ce temps le caryosome disparait avec le peu de chromatine qu'il a conservée, ce qui constitue une épuration chromatique.

Mais Hartmann (1) chez Adelea ovata admet que le noyau primaire est polyénergide et se résout en ses éléments, ce que Jollos confirme (2). Moroff (3) chez une Goussia, décrit des divisions répétées du noyau et nie l'existence de chromidies caryogènes.

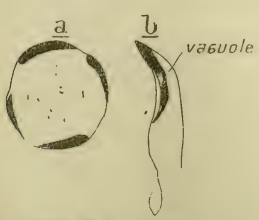


Fig. 200. C. Schubergi
a. formation des microgamètes (coupe); b. microgamète libre.

Les noyaux, devenus superficiels, s'allongent et se condensent en corps allongés qui font saillie à la surface du microgamétocyte (fig 200 a et 202 g),

(1) (Biol. Centralbl. XXIX, 1909, p. 483)
(2) (A. Prot. XV, 1909, p. 253.)
(3) (A. Prot. XXIII, 1911, p. 61)

revêtus d'une mince couche de plasma hyalin. Deux flagelles se forment au même bout, mais le plus long s'applique contre le corps et ne devient libre qu'à l'autre extrémité. Ces corps se détachent; ce sont des microgamètes falciformes de 6 à 7 μ de long (b). Leur forme est variable selon les types.

2° Pour devenir macrogamétocyte le mérozoïte s'accroît lentement, se charge de matériaux de réserve, sous forme de grains très réfringents, d'une substance albuminoïde appelée coccine par Labbé.

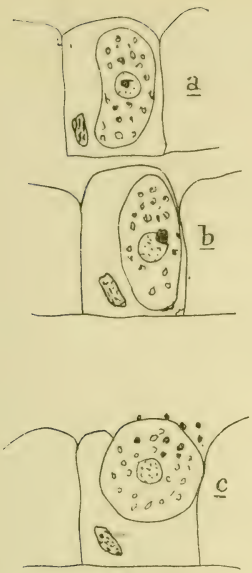


Fig. 201. C. Schubergi.
Différenciation du macrogamète

Chez notre espèce le macrogamétocyte reste longtemps réniforme (fig 201 a) ou elliptique et ne devient sphérique qu'à la maturation.

Quand il a atteint sa taille définitive le macrogamétocyte subit des contractions répétées qui le font sortir à moitié de la cellule-hôte. Son caryosome se porte à la périphérie du noyau (fig. 201. b) et éclate brusquement en petits fragments qui sont projetés jusqu'au dehors de la Coccidie (fig. 201. c, et 202 g). Schaudinn a pu suivre ce curieux phénomène sur le vivant, en examinant au microscope l'intestin du Lithobius, extrait du corps et fendu en long.

A ce moment, le macrogamétocyte est devenu macrogamète, sans se diviser

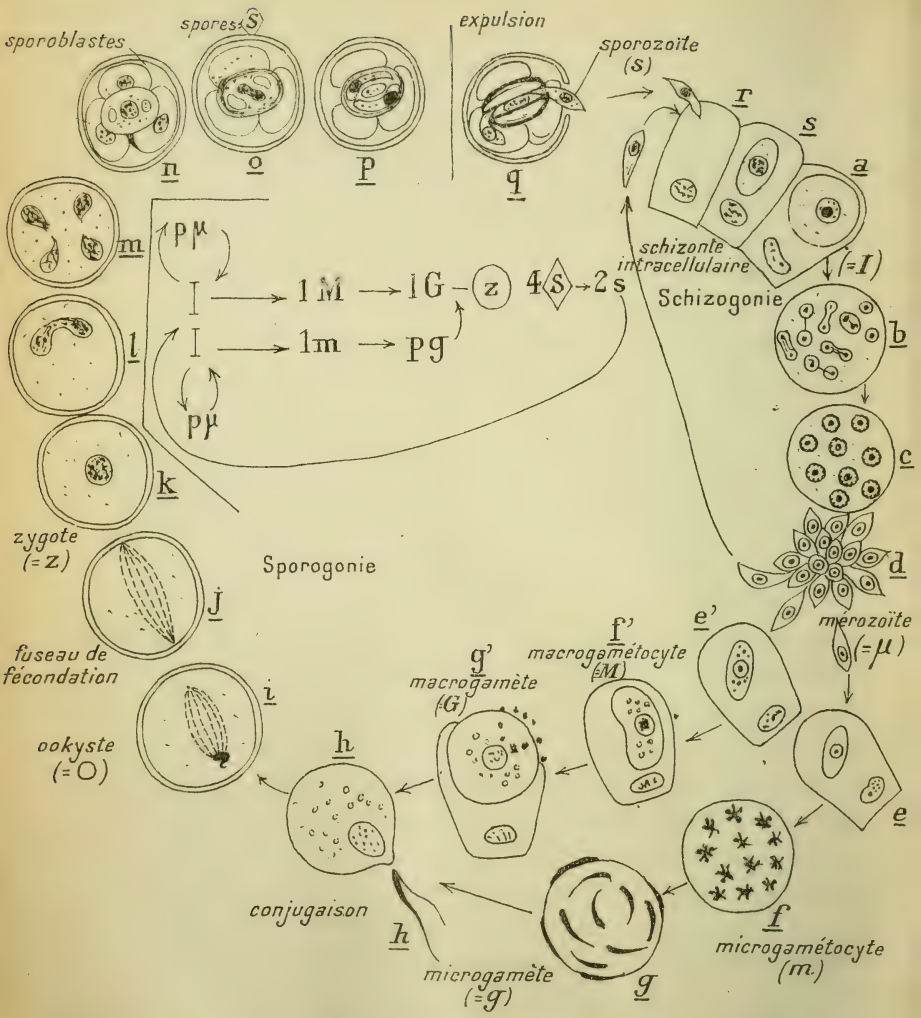


Fig. 202. Coccidium Schubergi Schaudinn. *Cycle et formule.*

Le rejet brusque du caryosome, n'est pas un phénomène général. Ainsi Moroff, chez Klossia, a vu seulement le caryosome se dissoudre après avoir émis dans le plasma une grande partie de sa chromatine. On verra plus loin d'autres modes d'épuration chromatique.

Tant que le macrogamète n'est pas mûr, il n'agit pas sur les microgamètes, mais dès qu'il a expulsé son caryosome, ceux-ci sont visiblement attirés, même avant qu'ils soient entièrement détachés de leur cellule-mère. Il est probable que ce sont les fragments du caryosome qui les attirent et qui sont absorbés par eux:

Quand un microgamète s'approche, le macrogamète forme en face de lui, un cône plasmatique dont le noyau se rapproche (fig. 202. h).

En se rétractant, le cône fait pénétrer le microgamète dans la cellule femelle; celle-ci s'entoure d'une membrane (ookyste): on remarquera que c'est la première fois qu'une membrane apparait dans le cycle évolutif.

La fécondation a lieu d'une façon spéciale, qui paraît assez générale chez les Coccidies: le noyau du macrogamète s'allonge et forme un fuseau, analogue à un fuseau de division (fig. 202, i); puis celui du microgamète fait de même, allongeant le fuseau déjà formé, qui traverse alors toute la cellule, et répartissant sa chromatine sur ses fibres (j). Un des pôles de ce fuseau de fécondation correspond au point d'entrée du microgamète. On croirait à une mitose, mais le fuseau se condense ensuite et le syncaryon devient sphérique (k) Il n'a pas de caryosome. C'est sans doute un procédé destiné à mélanger intimement la chromatine des deux gamètes.

Au bout de 24 heures, le noyau se divise en deux (l) puis en quatre (m), ici par amitose; mais Moroff a vu des mitoses chez Klossia.

Les granulations plasmatiques paraissent se transformer en gouttelettes pâles et visqueuses qui se fusionnent, de façon à former deux gouttes près de chaque noyau. Alors le plasma se divise en quatre cellules, en laissant un résidu inemployé (fig. 202 n). Ces 4 cellules sont des sporoblastes, ou spores encore sans membrane. Une membrane externe gélatineuse, puis une interne solide sont bientôt sécrétées et ainsi sont formées quatre spores (fig 203. a)

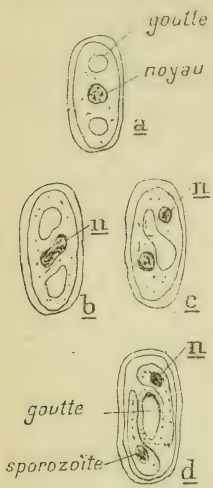


Fig 203. C. Schubergi
formation des sporozoïtes

A leur intérieur, (toujours par amitose ici), le noyau se divise encore en deux (fig. 202 o et 203 b); les gouttes visqueuses confluent au centre (fig 203 c), puis le protoplasme se divise en deux sporozoïtes ou corpuscules falciformes, en laissant au centre un résidu, qui entoure la goutte visqueuse (fig 202 p, et 203 d)

Que le kyste à quatre spores, expulsé avec les excréments, soit avalé par un autre Lithobius, il est attaqué par les sucs digestifs de celui-ci.

Mais il est remarquable que le suc digestif d'un autre animal, par exemple d'un Oniscus, n'attaque pas le kyste; seulement si l'Oniscus, contenant un pareil kyste, est dévoré par un Lithobius, le kyste, encore intact, est attaqué.

Le kyste se perce d'un orifice, les spores éclatent en long (il est probable que la goutte visqueuse du centre se gonfle sous l'action des acides digestifs); et les sporozoïtes sortent par les deux bouts (fig. 202, q) Ils deviennent claviformes et ressemblent aux mérozoïtes, mais ils sont plus élancés et leur noyau est dépourvu de caryosome.

En dix minutes le sporozoïte pénètre dans une cellule intestinale (fig. 202. 1) : il en perce parfois plusieurs avant de s'arrêter dans l'une d'elle. Puis il grossit, la chromatine de son noyau, d'abord uniformément répartie sur le réseau achromatique, se groupe en gros grains caractéristiques (fig. 202. 2), puis les plus volumineux se rassemblent au centre et forment un caryosome. L'animal grossit rapidement et en 24 heures est redevenu un trophozoïte adulte.

Comme on le voit, le caryosome est caractéristique du cycle schizogonique, eimérien. Durant tout le cycle gamogonique, ou cycle coccidien, il n'existe pas.

Classification

La première idée de Léger, pour diviser les Coccidies, avait été de s'adresser au nombre des spores par kyste : il distinguait ainsi des Disporocystidæ, Tetrasporocystidæ et Polysporocystidæ.

En 1910 [1] il montra que la paroi sporale peut parfois disparaître : les sporozoïtes sont alors contenus directement dans le kyste : cela permettait de distinguer en outre des Asporocystidæ. Mais cette absence d'enveloppe peut se présenter aussi accidentellement dans les autres groupes. Ainsi de Adelea dimidiata [2], Orcheobius [3]. Chez Barococcidium Prévoti Laveran et Mesnil [4] la paroi sporale peut même disparaître après s'être formée. [5]

Léger en conclut que ce qui importe, c'est moins le nombre de spores que le nombre total de sporozoïtes par ookyste.

---

(1) (C.R. Soc. Biol. LII, p. 576)

(2) Léger et Duboscq (A.Z.E. (4), I, 1903, p. 347)

(3) Kunze (A. Prot. IX, 1907, p. 419)

(4) (C.R. Soc. Biol. LIV, 1912 ; p. 858)

(5) Un phénomène du même ordre a été observé aussi chez une Grégarine, Monocystis Duboscqi Hesse, (A.Z.E. (5), III, p 124).

Lühe[1] de son côté faisait intervenir le mode de fécondation et distinguait : un premier groupe sans rapprochement sexuel entre gamétocytes, et à nombreux microgamètes : c'est le type étudié ;

Un deuxième groupe renfermait les Adeleidea où il y a rapprochement entre gamétocytes et seulement 4 microgamètes. Il reconnaissait encore deux autres groupes que Léger supprima[2].

En combinant ces deux modes de division, on arrive à la classification suivante : de Léger.

1er Sous-ordre Eimeridea Léger.

Pas d'accouplement entre gamétocytes. Microgamètes nombreux (c'est notre type).

1er Groupe Tetrazoica

4 sporozoïtes par ookyste.

a) Monosporées : une seule spore à 4 sporozoïtes par kyste (fig. 204 a)

Cryptosporidium Tyzzer. L'œuf devient, sans se diviser, un sporoblaste unique, qui donne 4 sporozoïtes. Pas d'enveloppe sporale. Cet animal est encore intéressant en ce qu'il reste extracellulaire : il est seulement fixé à l'épithélium stomacal de la Souris domestiquée (chez C. muris Tyzzer).

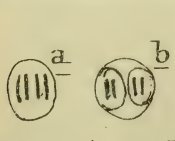


Fig. 204. Schéma de Kystes de Tétrazoïca.

b) Disporées : 2 spores dizoïques (fig. 204 b).

Cyclospora caryolytica Schaudinn[3], parasite du noyau même des cellules intestinales de la Taupe, où il cause une entérite per-

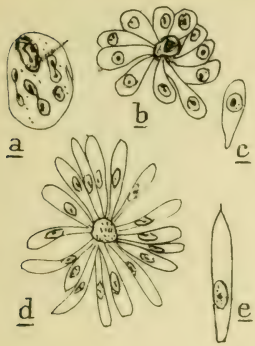
---

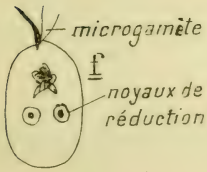
(1) (Handbuch d. Tropenkrankheiten de C. Mense, III, 1906, p. 69)

(2) (A. Prot. XXII, 1911, p. 80).

(3) (Arb. Gesundh. XVIII, 1902, p. 378)

nicieuse. Ici la sexualité est reconnaissable plus tôt dans le cycle que chez notre type : les agamètes sont déjà différenciés. De bonne heure, certains sporozoïtes se distinguent par leur croissance lente, la présence de grains brillants ; ils se divisent (fig 205 a, b) en mérozoïtes (c) sans laisser de résidu. Les autres croissent plus vite, n'ont pas de réserves et produisent des mérozoïtes très saillants sur un résidu (d, e). Au bout de cinq jours, les mérozoïtes de la première sorte se différencient en microgamétocytes et donnent de nombreux microgamètes à deux flagelles et à blépharoplaste. Les mérozoïtes de la seconde sorte accumulent des réserves et deviennent des macrogamètes. Leur noyau se divise deux fois de suite, l'un des produits dégénérant chaque fois, ce qui constitue une réduction typique (f). L'œuf fécondé, produit dans l'ookyste deux spores dizoïques (g).





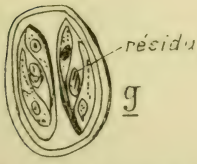


Fig. 205. Cyclospora caryolytica Schaudinn.

2ème Groupe Octozoica

8 sporozoïtes par kyste.

a) Monosporées (fig. 206-a) Caryospora simplex Léger[1], de l'épithélium intestinal de Vipera aspis. Merozoïtes disposés en barillet (fig. 206. b). Microgamètes filiformes (c). L'ookyste qui a 10 à 15 μ contient

---

(1) (A. Prot. XXII, 1911, p. 74) (κάρυον, noyau.)

13e 7.

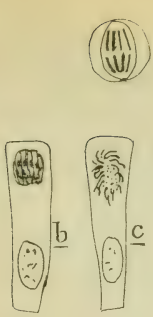


Fig. 206. a. Schéma de kyste d'Octozoïque monosporée; b, c. Caryospora simplex Léger

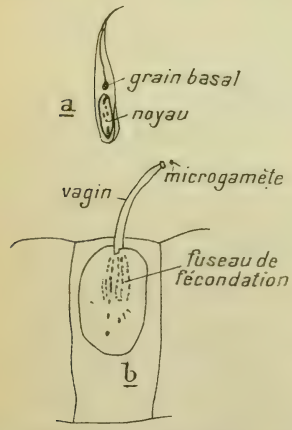


Fig. 207. Pfeifferinella impudica Léger et Hollande.

Fig. 208. Schéma de kyste d'Octozoïque disporée.

à maturité une seule spore à 8 sporozoïtes, comme les spores ordinaires de Grégarine. Parfois la paroi sporale ne se forme pas.

Pfeifferinella Wasielewski. L'espèce étudiée par Léger et Hollande (1) vit dans les cellules hépatiques de la Limace. Les mérozoïtes (fig. 207, a) ont l'aspect du Flagellé Crithidia, avec rudiment de membrane ondulante. Le macrogamète intracellulaire développe un tube vaginal qui fait saillie hors de la cellule-hôte et par lequel pénètre un microgamète en forme d'épingle (b)

b) Disporées. (fig. 208).

Diplospora Labbé. 2 spores tétrazoïques

c) Tétrasporées. 4 spores dizoïques. (fig. 209).

C'est ici que prend place le genre Coccidium qui nous a servi de type, notamment:

Coccidium oviforme Leuckart du foie du Lapin. Existe dans tous les Lapins du marché de Paris, où il amène une hypertrophie du foie et la formation de tubercules blanchâtres, de la

(1) (A.Z.E. (5), IX, 1912, N. et R., p. I)

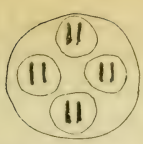


Fig. 209. Schéma de kyste d'Octozoïque tétrasporée

taille d'une noisette, remplis de kystes. Les jeunes Lapins en meurent; les adultes peuvent en guérir, s'ils résistent quelques jours, car alors la schizogonie cesse et les kystes se forment.

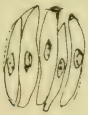


Fig. 210. Coccidium oviforme Leuckart, Schizogonie. (d'ap. Hartmann)

Si les kystes restent dans le foie, les spores ne se forment pas: il faut pour que le développement continue une température inférieure à celle du Lapin. Le parasite a été observé une fois, en 1858, chez un carrier, à l'hopital Beaujon. La dysentérie des Bœufs, en Suisse, est due au même parasite.

Le nom de cet animal a été fort discuté, car d'après les règles de la nomenclature actuellement en usage, la loi de priorité est applicable quand la larve a été nommée avant l'adulte. Or le nom de Eimeria Ai. Schneider, 1875, est antérieur à celui de Coccidium Leuckart, 1879. Le nom de genre correct serait donc Eimeria. Quant au nom d'espèce, Labbé[1] a montré que cet animal avait été nommé par Rivolta Psorospermium cuniculi en 1879, donc avant Leuckart. Mais d'après Stiles[2] le nom le plus ancien connu est actuellement: Monocystis Stiedæ Lindemann, 1865. Le nom correct de Coccidium oviforme serait donc Eimeria Stiedæ (Lindemann, 1865) peut être mieux encore Stiédai. Minchin[3] déclare ces changements de nom "contrary to public policy".

Le genre Coccidium (ou Eimeria) a été subdivisé en sous-genres, d'après la forme et le mode d'ouverture des spores, etc. Ainsi Coccidium oviforme appartiendrait au sous-ordre Eimeria s. str.; notre type Coccidium (ou Eimeria) Schubergi appartient au sous-ordre Goussia. Labbé;

---

(1) (Cierreich, V, 1899, p. 66)

(2) (U.S. Dep. Agricult. Bull. 1902. XXXV, p. 19)

(3) Introduction, p. 346)

Fig. 211. Schéma de kyste de Polysporée monozoïque.

Fig. 212. Schéma de kyste de Polysporée dodécazoïque.

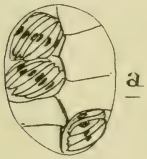


Fig. 213. Caryotropha Mesnili Siedlecki.

Fig. 214. Schéma de kyste de Trétrasporée polyzoïque.

à Paracoccidium Lav. et Mesn. l'espèce Prevoti Lav. et Mesn. de l'intestin de Rana esculenta, dont la membrane sporale se détruit après avoir été formée. etc.

3e Groupe Polyzoica.

Grand nombre de sporozoïtes par kyste.

a) Polysporées monozoïques. — (fig. 211.) : spores à un seul sporozoïte.

Barrouxia Ai. Schneider.

b) Polysporées dodécazoïques. (fig. 212) nombreuses spores à 12 sporozoïtes.

Caryotropha Siedlecki [1], dans les spermatogonies de Polymnia nebulosa ; cycle un peu plus compliqué : il y a redoublement de la division qui produit les mérozoïtes et de celle qui produit les microgamètes. Ainsi le trophozoïte (schizonte), au lieu de se diviser directement en mérozoïtes, se divise d'abord en plusieurs masses, dont chacune produit un bouquet de mérozoïtes (fig. 213. a)

---

(1) (Bull Ac Cracovie 1907, p. 453) (τροφή, nourriture).

De même le microgamétocyte se divise d'abord en microgamétocytes de second ordre, qui produisent ensuite les microgamètes (b). Rien n'est changé pour les macrogamètes.

c) Tétrasporées polyzoïques : (fig. 214) 4 spores à grand nombre de sporozoïtes.

Angeiocystis Brasil [1], chez des Annélides.

2ème Sous-ordre Adeleidea Lühe.

Ici, il y a rapprochement des gamétocytes, comme chez les Grégarines. Le nombre des microgamètes est réduit à 4.

a) Polysporées di ou tétrazoïques : (fig. 216) grand nombre de spores contenant 2 ou 4 sporozoïtes.

Léger réunit ces deux sortes de spores, parce que chez Hyaloklossia Pelseneeri Léger, il y a, dans le même kyste, des spores à 2 et à 4 sporozoïtes [2]

Adelea ovata Ai. Schneider des cellules intestinales de Lithobius.

Siedlecki [3] avait décrit chez ce type deux sortes de schizontes et de mérozoïtes sexués, comme chez Cyclospora. Mais Reichenow [4] dit que Siedlecki a confondu les stades de deux espèces de Coccidies, ce que Debaisieux a confirmé [5] ainsi que C. Perez chez son Adelea Mesnili [6].

---

(1) (ἀγγεῖον, vaisseau).
(2) (A. Prot. XXII. 1911, p. 81.)
(3) (Ann. I. Pasteur, XIII, 1899)
(4) (A. Prot. XX, 1910, p. 321, note)
(5) (La Cellule, XXVII, 1911, p. 260)
(6) (A. Prot. II, 1903, p. 7.)

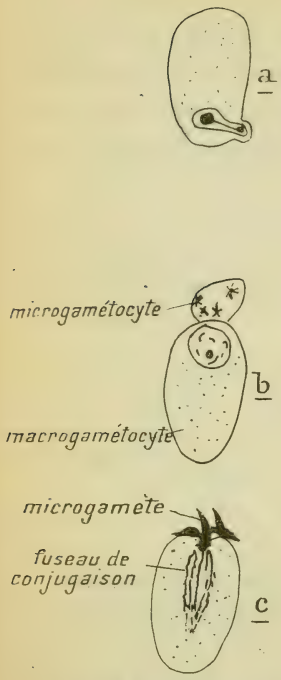


Fig. 215. Adelea ovata (Schn.)

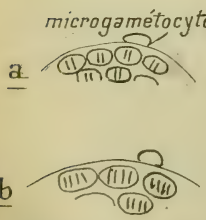


Fig. 216. Schéma de kyste d'Adéléidea Polysporée dizoïque a, et tétrazoïque b.

Toutant Chagas [1] a encore décrit 2 sortes de schizontes chez Adelea Hartmanni

La division en mérozoïtes a lieu par résolution d'un noyau polyénergide d'après Jollos [2]. D'après le même auteur [3] le macrogamétocyte rejetterait la moitié de son noyau et de son caryosome par amitose (fig. 215. a). Perchenow et Schellack [4] croient ce processus anormal. Il est possible qu'il y ait rejet du caryosome seul, comme chez notre type.

La particularité importante est ici le rapprochement des gamétocytes. Le macrogamétocyte, au moment de sa maturation, devient libre dans l'intestin du Lithobius. Le microgamétocyte resté petit (40 μ), devient aussi libre dans l'intestin, cherche un macrogamète et s'accole à une de ses extrémités. Alors son noyau se divise en 2 puis en 4 (fig. 215. b)

D'ordinaire, cela n'a lieu qu'au contact du macrogamétocyte. Toutant chez A. Mesnili les microgamètes

(1) (Mem. Cruz II, 1910, p. 172)
(2) (A. Prot. XV, 1909, p. 258)
(3) (Ibid.)
(4) (A. Prot. XX, 1910, p. 271, note)

se forment même sur le microgamétocyte isolé.

Les noyaux deviennent saillants et forment 4 microgamètes sans flagelles, et dont l'un pénètre dans le macrogamète (c). Le noyau du zygote se divise un grand nombre de fois et il se produit de nombreuses spores à 2 sporozoïtes.

Hlossia Ai. Schneider, parasite de Mollusques. Chez H. vitrina Mor. d'après Moroff[1] il y a deux sortes de schizontes. Nombreuses spores à 4 sporozoïtes.

b) Monosporées polyzoïques (fig. 217) : une seule spore à nombreux sporozoïtes, par ookyste.

Legerella Mesnil, des tubes de Malpighi des Myriapodes Glomeris.

Fig. 217. Schéma de kyste d'Adéleidea Monosporée polyzoïque

Peut-être est-ce ici qu'il faut placer avec Léger[2] pour en faire le groupe des :

c) Monosporées monozoïques, le curieux Nematopsis Schneider[3] du rein des Moules, Donax, Cardium, etc.

Cet être a la forme d'un vermicule en croissant, fixé par les deux bouts à l'épithélium (fig. 218, a). Léger en a vu deux accouplés, ce qui les rapprocherait des Adeleidées, à moins que ce ne soit une Grégarine ; mais le

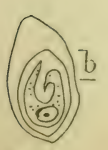


Fig. 218. Nematopsis Schneideri Léger (d'ap. Léger)

(1) (A. Prot. XXIII, 1911, p. 57)

(2) (A. Prot. XXII, 1911, p. 84)

(3) Léger (C.R. Ac. Sci. CXXXVII, 1903, p. 1003 ; A. Prot. XXII, 1911, p. 23)

détail est inconnu. On trouve dans les capillaires branchiaux des ookystes à une seule spores monozoïques (b). Si c'est bien une Coccidie, c'est la plus simple du groupe.

Tout cet ensemble constituerait les Coccidies proprement dites ou Eucoccidia de Léger. Léger et Duboscq [1] font un groupe spécial, qu'ils opposent à celui-là, et dont nous ferons seulement un sous-ordre, sous le nom de :

3ème Sous-ordre Prococcidia Léger et Duboscq.

pour leur curieux

Selenococcidium intermedium de l'intestin des Homards à Cavalière (Méditerranée). Ce sont des vermicules libres (fig. 219. a), de forme bien définie, analogue à celle des Grégarines Monocystidées ou de Selenidium, et pourvus de myonèmes spirales. Ils multiplient leur noyau par amitose (b) et pénètrent dans une cellule épithéliale (c). Là se produit la schizogonie : environ 8 mérozoïtes apparaissent, faisant saillie sur un résidu (d). On trouve à leur extrémité antérieure un grain chromatique, c'est à dire un blépharoplaste (e). Ils représentent donc des Flagellates sans flagelle. Il peut y avoir redoublement de la schizogonie après qu'un de ces mérozoïtes a pénétré dans une nouvelle cellule. Ou bien intervient la gamogonie : certains mérozoïtes, ayant pénétré dans une cellule, divisent leur noyau (f) dont les produits viennent faire saillie à la surface (g) ; ce sont évidemment des microgamètes, mais on n'a pas vu leur achèvement. Les autres ne se divisent pas et doivent devenir directement des macrogamètes : ce ne

(1) (A.Z.E. (5), V, 1910, p. 187)

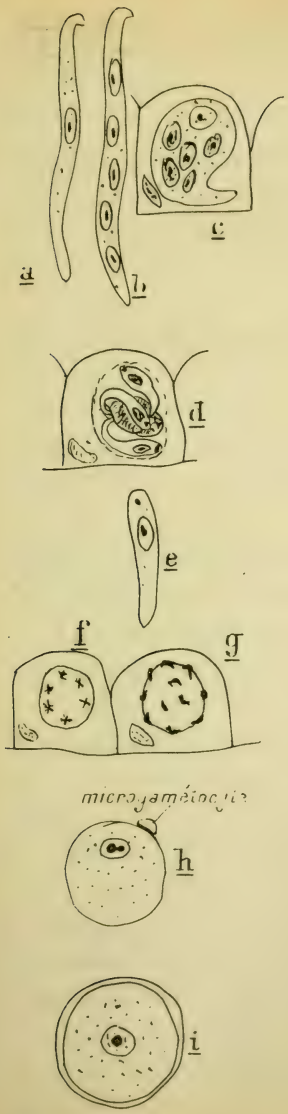


Fig. 219. Selenococcidium intermedium Léger et Duboscq

peuvent donc être des Grégarines, comme le voudrait Doflein (1). Les auteurs ont cru voir l'expulsion d'une partie du caryosome (h). Ils ont trouvé une fois un microgamétocyte accolé au macrogamète, ce qui en ferait une Adeleidée. (h). L'œuf s'entoure d'une membrane (i) et est expulsé. La suite est inconnue. Cette forme est très intéressante parce que sa forme, les caractères de sa schizogonie, rappellent les Grégarines, en particulier Schizocystis; mais sa gamogonie est coccidienne, et l'existence du centriole les rapproche des Flagellates. Léger et Duboscq en font une Coccidie archaïque, intermédiaire entre les Flagellates, les Grégarines et les Coccidies.

Caractères

2e ordre Coccidia

Sporozoaires intracellulaires pendant la phase de nutri-

(1) (Lehrbuch, 1911, p. 855.)

tion (sauf rares exceptions), présentant toujours un cycle schizogonique, s'enkystant seulement après la fécondation (c'est l'œuf fécondé qui s'enkyste), dont l'œuf produit d'ordinaire plusieurs spores. Enfin (et c'est là leur caractère essentiel) la conjugaison a lieu entre éléments non homologues, car le microgamétocyte se divise pour produire plusieurs microgamètes, tandis que le macrogamétocyte ne se divise pas et devient directement un macrogamète.

Les Coccidies peuvent donc différer des Grégarines par:

α – La suppression habituelle de la phase libre du trophozoïte: mais on sait que quelques Grégarines ne deviennent jamais libres (Urospora sipunculi, p. ex.) et qu'au contraire certaines Coccidies ne sont pas intracellulaires (entre autres Selencoccidium);

β – L'absence de forme définie et d'organelles: mais Selencoccidium présente une forme et des myonèmes de Grégarine.

γ – La schizogonie; elle existe chez les Schizogrégarines.

δ – L'absence d'accouplement entre gamétocytes; il a lieu chez les Adeleidées comme chez les Grégarines.

ε – L'enkystement a lieu plus tard chez les Coccidies, mais c'est un caractère adaptatif de peu de valeur.

ζ – L'œuf produit plusieurs spores, d'ordinaire: mais Caryospora n'en donne qu'une à 8 sporozoïtes, comme la plupart des Grégarines.

η – Reste la différence importante, le nombre de divisions qui précèdent la formation des macrogamètes. Or Schaudinn a vu chez Cyclospora caryolytica le noyau du macrogamétocyte se diviser deux fois. Cela conduit à une réduction chromatique et deux des trois noyaux dégénèrent, mais il n'en est pas moins vrai, que, pendant quelque temps, le noyau du macrogamète n'est pas unique: il est donc, jusqu'à un certain point, comparable au macrogamétocyte subdivisé des

Grégarines. C'est comme si, chez les Coccidies, tous les macrogamètes d'une Grégarine avortaient, sauf un. Il est donc manifesté que des rapports étroits existent entre Grégarines et Coccidies.

3ème Ordre Hæmosporidia Danilewsky (1)

A la suite des Coccidies, MM. Delage et Hérouard placent dans leur Traité deux grands groupes, de valeur égale à celle des précédents, et qu'ils appellent.

Le premier: Hæmosporidies Labbé; vermicules libres, s'enkystant dans les globules sanguins;

Le second: Gymnosporidies Labbé; amiboïdes, toujours intracellulaires, sans jamais d'enveloppe

Beaucoup d'auteurs, notamment Neveu-Lemaire (2), Minchin (3) 1903, réunissent ces deux groupes en un ordre, qu'ils appellent: Hæmosporidies et subdivisent en deux sous-ordres: Hæmosporidies s. str et Gymnosporidies (ou Acystosporidies)

Minchin (4) confond entièrement les deux groupes sous le nom unique de Hæmosporidies. (1912)

Doflein (5) les sépare au contraire entièrement et appelle le premier groupe: Hæmogrégarines et le second Hæmosporidies "Danil. emend Schaudinn."

Ainsi, à part quelques changements de désinence, le mot Hæmosporidies peut avoir trois sens.

Il désigne l'ensemble des deux groupes, pour Neveu-Lemaire et Minchin (1903 et 1912);

---

(1) (αἷμα, sang)

(2) (Les Hématozoaires du Paludisme, thèse, Paris, 1901.)

(3) (Zoology - Lankester, 1-2, 1903, p. 264)

(4) (Introduction, 1912, p. 356)

(5) (Lehrbuch p. 703, 746, 766.)

ou le premier seul pour Neveu-Lemaire, Minchin (1903) Delage et Hérouard;

ou bien le second seul pour Doflein.

J'adopterai le nom de Hæmosporidia pour l'ensemble des deux groupes; Hæmogregarinida pour le premier et Gymnosporidia pour le second.

1er Sous-ordre Hæmogregarinida

Ce sont des parasites du sang des Vertébrés, surtout des Vertébrés à sang froid. Ils ont une forme définie, rappelant celle d'une petite Grégarine monocystide (d'où leur nom), et sont dépourvus de pigment.

Prenons pour type Hæmogregarina Danilewsky, en particulier H. Stepanowi Dan. étudiée par Reichenow (1). Ce travail a été vérifié, sauf des différences de détail, par Robertson chez H. nicoræ (2) Cost. & Willey

Notre espèce vit dans le sang de la tortue Emys orbicularis d'un étang situé près de Rovigno. Jeune, elle est libre, aigüe en avant, un peu arrondie en arrière; son noyau est formé de gros grains chromatiques et sans membrane nette (fig. 220, a). Elle se meut comme une Grégarine, au moyen d'un filament muqueux. Elle pénètre rapidement dans un globule du sang (b) et s'y accroit en prenant la forme d'un rein (c), puis d'un vermicule plié en deux (d), car elle devient beaucoup plus longue que le globule.

L'animal reprend la forme de l'ovoide. Des grains de volutine apparaissent dans son plasma (e). Puis le noyau se divise.

---

(1) (A. Prot. XX, 1910, p. 252)

(2) (Q. J. Micr. Sci. LV, 1910, p. 741.)

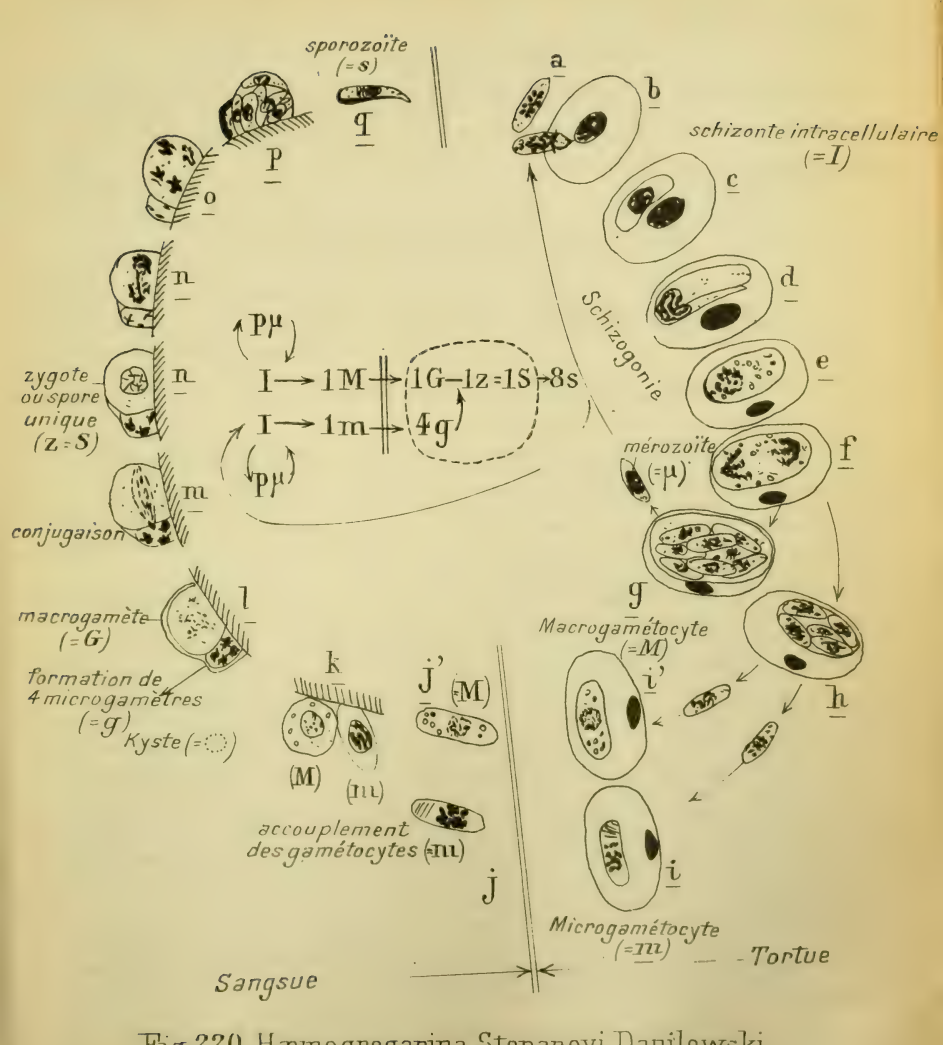


Fig. 220. Hæmogregarina Stepanovi Danilewski.

Pour Reichenow il y aurait une sorte d'amitose (f). Mais Hartmann et Chagas[1] chez des espèces plus volumineuses, parasites des serpents, ont vu une mésamitose, avec centriole sortant du caryosome (fig. 221). Alexeieff[2] interprète cette dernière division comme une haplomitose et celle de H. Stepanovi comme une variété imparfaite d'haplomitose.

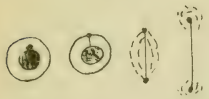


Fig. 221. Division chez H. Lutzi Hartmann et Chagas

Les premières schizogonies n'ont lieu que dans la moëlle des os; les schizontes sont de grande taille (fig. 220 g) et produisent de 12 à 24 mérozoïtes, qui deviennent libres et pénètrent dans d'autres globules. Il y a plusieurs restes dans le schizonte.

Le phénomène se répète plusieurs fois: et peut alors avoir lieu hors de la moëlle, les schizontes restent plus petits et donnent moins de mérozoïtes. Enfin les derniers schizontes (h) ne produisent plus que 2 à 9 mérozoïtes, ne dépassant pas 7 à 8 μ. Tous contiennent des grains de volutine, surtout ces derniers.

Ces petits mérozoïtes pénètrent dans des globules et s'y différencient de deux façons: les uns accroissent peu leur noyau, mais augmentent le nombre de leurs grains de volutine: ce sont des macrogamétocytes (i'). Les autres accroissent leur noyau qui devient plus chromatique, en même temps que la volutine diminue. Une striation particulière se montre à l'extrémité antérieure: ce sont des microgamétocytes (i). Ces deux sortes de gamétocytes peuvent coexister dans le même globule, ce qui montre que leur évolution est prédéterminée; mais le fait est rare.

Il faut alors que le sang de la bête soit absorbé par une Sangsue, Placobdella carténigera. Dans l'estomac de

(1) (A. Prot. XX, 1910, p. 354)

(2) (A. Prot. XXIX, 1913, p. 348)

celle-ci toutes les formes de l'Hæmogrégarine sont digérées, sauf les gamétocytes. Le globule qui les héberge est lui même détruit dans l'intestin, de sorte que les deux formes deviennent libres (j j').

Ce sont des vermicules de 12 à 15 μ de longueur. Les macrogamétocytes se fixent aussitôt contre la paroi et s'arrondissent. Un microgamétocyte vient s'accoler à un macrogamétocyte (k) et tous deux ensemble paraissent s'entourer d'une mince membrane (l), absolument comparable au kysté des Grégarines.

Le macrogamétocyte augmente, pendant que son conjoint diminue de taille.

Le premier dissocie son noyau en un amas de grains séparés : c'est évidemment un phénomène de réduction ou d'épuration chromatique imparfaite. Il est alors devenu macrogamète (l).

Pendant ce temps le microgamétocyte divise son noyau (probablement par amitose) deux fois et forme quatre microgamètes, qui paraissent avoir une forme en virgule, mais on ne voit guère que leurs noyaux, aplatis contre leur cellule-mère.

L'un d'eux pénetre dans le macrogamète ; il y a caryogamie, avec une sorte de fuseau de fécondation (m).

Le noyau du zygote (n) se divise, d'abord par une sorte de mitose sans centrioles (n) en deux, puis par amitose en quatre (o). Il y a à ce moment un temps d'arrêt, correspondant évidemment à un stade à quatre sporoblastes imparfaits. Une nouvelle amitose produit huit noyaux, à aspect étoilé caractéristique, rappelant tout à fait le noyau des Coccidies à certains stades.

Le protoplasma se divise à son tour et on obtient huit sporozoïtes et un résidu (p).

Devenus libres par destruction de la mince membrane kystique les sporozoïtes (q) percent aussitôt la paroi intesti-

nale de la Sangsue, tombent dans ses espaces sanguins, gagnent le vaisseau dorsal et se fixent à sa paroi par leur extrémité antérieure amincie.

Quand la Sangsue aspire le sang d'une Bortue, l'estomac, en se dilatant, chasse le sang dans les vaisseaux de la trompe; il est probable que, sous l'action de cette pression, ces vaisseaux crèvent et que le parasite peut être ainsi inoculé à la Bortue.

Ce cycle est exactement celui d'une Coccidie Adéléidée, à part l'absence de spores à paroi résistante; mais on sait que certaines Coccidies n'ont pas de paroi sporale. Aussi Léger[1] a-t-il introduit franchement les Hæmogrégarines parmi les Coccidies, dans son tableau de classification de ces dernières: ce sont pour lui des Adeleidea Octozoica à une seule spore.

Voici un exemple où il existe au contraire des spores vraies.

Hepatozoon perniciosum Miller[2]

Pour cet animal, Doflein adopte le nom générique de Leucocytogregarina Porter 1909, destiné à réunir les parasites des globules blancs des Mammifères et à les distinguer de ceux des Oiseaux, qui formeraient le genre Leucocytozoon Danilewsky. Mais le nom de Miller a la priorité. Par contre cette espèce paraît identique à Leucocytozoon muris de A. Balfour 1906. Le nom correct de l'animal en question serait donc: Hepatozoon muris (Balfour).

Cet animal cause une maladie grave aux Rats blancs, en Amérique.

---

(1) (A. Prot. XXII, 1911, p. 86)

(2) (Washington Treasury Dep. Hygienic Lab. Bull., n° 46, juin 1908)

Minchin[1] l'a retrouvé dans les Rats sauvages de Londres où il paraît inoffensif. Balfour l'a découvert à Khartoum, Adie dans le Pundjab, etc.

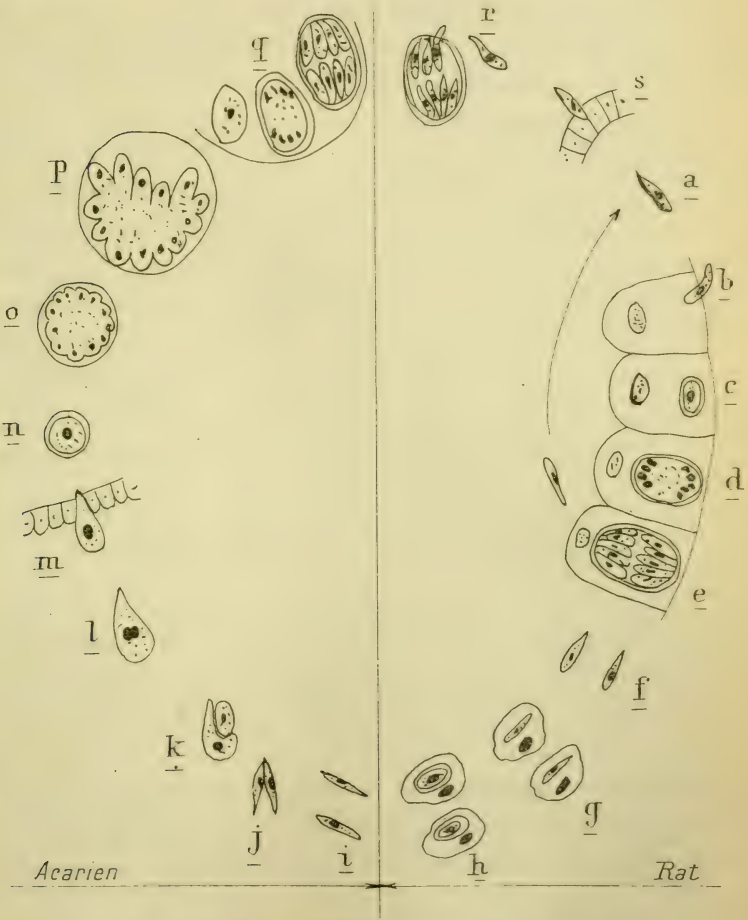


Fig. 222. Hepatozoon muris (Balfour)
Cycle évolutif (imit. Miller).

(1) (Introduction, p. 376)

142.

C'est d'abord une petite Grégarine de 15 à 16 μ, libre dans le sang. (fig. 222. a) qui pénètre rapidement dans les cellules du foie (b) et s'y entoure d'un kyste (c). Sous cet abri, elle se divise (d) en 15 à 20 mérozoïtes (e), qui deviennent libres, attaquent les cellules voisines et s'y enkystent à leur tour. La schizogonie peut recommencer plusieurs fois.

Ensuite les mérozoïtes (f) passent dans le sang et sont englobés par des leucocytes (g). Ils s'y enkystent de nouveau (h). Tout s'arrête là chez le Rat.

Avalés avec le sang du Rat par la femelle d'un Acarien, Lelaps échidninus Berlese. (les mâles ne se nourrissent pas de sang), les Hémogrégarines deviennent libres, sous forme de vermicules (i). Dans l'estomac du Gamaside, ils s'accouplent par paire (j). Miller croit qu'il s'agit d'une vraie conjugaison isogame, dont l'un des conjoints s'accroît ensuite (k); mais Doflein (1) et Minchin (2) pensent qu'il doit y avoir, comme dans le cas précédent, formation de quatre microgametes, qui ont échappé à l'observateur américain.

Mais ici le zygote (l), au lieu de rester immobile, prend la forme d'un vermicule mobile : il devient un ookinète selon le nom de Schaudinn (3) (ὠόν, œuf; κίνησις, mouvement). Il perce la paroi intestinale de l'Acarien (m) et s'entoure d'un ookyste mince, entre les organes (n). Là, il croît énormément, jusqu'à atteindre 250 μ de diamètre, et il se divise sous sa membrane (o, p) en 50 à 100 spores (q), pourvues d'une paroi mince, mais réelle, contenant chacune 15 à 20 sporozoïtes.

Avalés avec l'Acarien par le Rat, les sporozoïtes (r) percent l'intestin de celui-ci (s) et passent dans son sang, pour aller attaquer ses cellules hépatiques.

Nous rentrons donc ici dans le type normal des Sporozoaires, puisque cet être possède de vraies spores, à sporozoïtes.

Cet animal est intéressant en ce que son zygote est mobile (ookinète), et qu'il produit de nombreuses spores à membrane propre, contenant chacune de nombreux sporozoïtes.

---

(1) (Lehrbuch, p. 754)

(2) (Introduction, p. 376)

(3) (S.B Ges. Nat. Fr. Berlin, 1899, p. 159; Z. Jahrb. Anat XIII, p. 279)

On connait certains stades d'autres espèces d'Hæmogrégarines dans tous les groupes de Vertébrés.

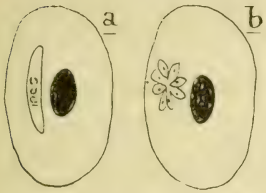


Fig. 223. Lankesterella ranarum (Lankester)
a. trophozoïte; b. schizogonie, dans un globule de sang.

Parmi les autres genres proposés, citons :

Lankesterella Labbé (nom remplaçant Drepanidium Lankester, préoccupé pour un Infusoire). C'est une petite Hæmogrégarine vivant dans les globules rouges de la Grenouille (fig. 223). Elle ne se recourbe pas en U, car elle est bien plus petite que le globule. Hintze (1) en a décrit un cycle sans changement d'hôte, mais son travail a été fortement attaqué (2). Il est probable qu'il y a aussi deux hôtes. D'autre part Billet (3) croit que les Lankesterella pourraient n'être qu'un stade intraglobulaire de Trypanosome.

Neresheimer (4) a décrit le mode de pénétration de cet animal dans un globule : celui-ci émet deux prolongements (fig. 224. b) qui l'entourent, comme le fait une Amibe par circonvallation.

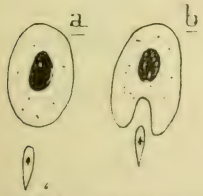


Fig. 224. Lankesterella indéterminée, pénétrant dans un globule (d'ap. Neresheimer)

Karyolysus Labbé, ainsi nommé (κάρυον, noyau; λύσις, dissolution) parce que sous son action le noyau se détruit, vit dans les globules du sang des Serpents et des Lézards. La sporogonie aurait lieu chez Ixodes ricinus d'après Schaudinn (5).

---

(1) (Zool. Jahrb. Anat. XV, 1902, p. 693)

(2) notamment par Schaudinn; (A. Prot. II, 1903, p. 340, note)

(3) (C. R. Soc. Biol. LVI, -2, 1904, p. 161)

(4) (A. Prot. XVI, 1909, p. 187)

(5) (A. Prot. II, 1903, p. 339, note)

Tous ces animaux paraissent avoir un cycle comparable aux Adéléidées. Ce sont des Adéléidées du sang, à deux hôtes.

2ème Sous-ordre Gymosporidia Labbé
(= Acystosporidia Wasielewski)

Ces êtres sont amiboïdes à l'état adulte et présentent, pour la plupart, un pigment particulier (mélanine), probablement formé par de l'hémoglobine décomposée. Leur nom (γυμνός, nu) vient de ce qu'ils n'ont jamais d'enveloppe sporale définie.

Nous prendrons pour type le parasite de la fièvre paludéenne.

Déjà Vérron, Vitruve, attribuaient le paludisme à un petit Insecte parasite. De nos jours on a incriminé un Bacillus malariæ; mais il a été démontré que ce Bacille n'existait pas dans le sang de tous les malades.

C'est M. Laveran qui, le 6 Novembre 1880, à l'hopital militaire de Constantine, découvrit le véritable agent du paludisme, en examinant le sang des malades, pour y étudier la formation du pigment. Il décrivit quatre formes : des corps sphériques (fig. 225, b) accolés (croyait-il) aux globules, des corps en croissant (e), des corps en rosace (c), et des corps flagellés (g) : ceux-ci apparaissent seulement quelques minutes après qu'on a tiré le sang du patient.

Laveran dénomma cet être Oscillaria malariæ (1881), le prenant pour une Algue.

Marchiafava et Celli créèrent pour lui en 1885, le nom générique de Plasmodium, nom détestable, car le parasite n'a pas du tout la valeur d'une plasmodie, mais qui a la priorité sur le nom meilleur de Grassi et Feletti, Hæmamœba 1890. Un genre Laverania se distingue par l'existence des corps en croissant, qui manquent aux Plasmodium. Laveran toutefois n'admettait qu'une espèce.

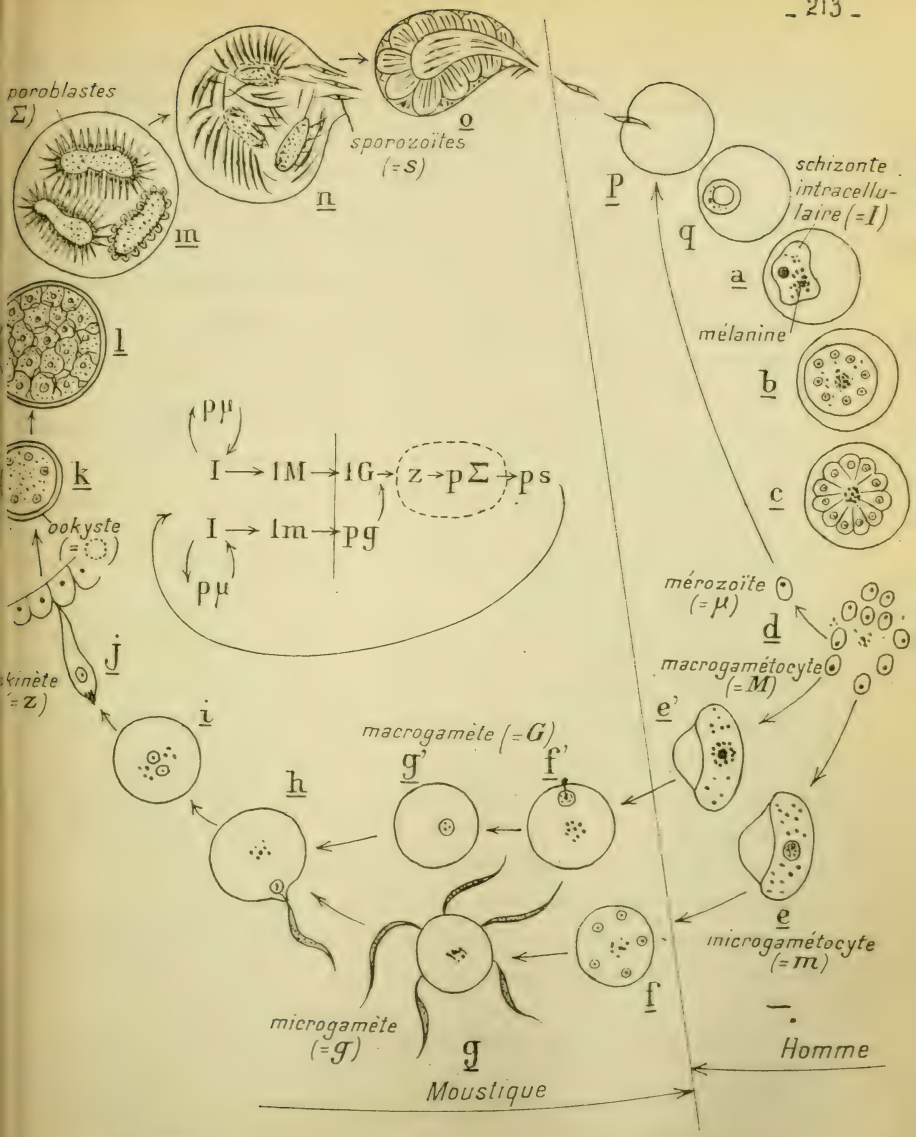


Fig. 225. Laverania præcox (Grassi et Feletti)
Cycle évolutif et formule.

On en reconnait aujourd'hui trois au moins, que l'on peut répartir dans deux genres. Mais la valeur de ces groupes est douteuse et les recherches sur la priorité des dénominations ont crée dans ce groupe une confusion telle que les noms vulgaires sont plus précis que les noms scientifiques. (1)

Nous reconnaitrons comme formes distinctes :

1° Le parasite de la fièvre quarte : Plasmodium malariæ (Laveran).

2° Le parasite de la fièvre tierce : Plasmodium vivax (Grassi et Feletti)

3° Le parasite de la fièvre pernicieuse ou æstivo-automnale, Laverania præcox (Grassi et Feletti, 1890) emend., appelé aussi Plasmodium falciparum Welch, 1897.

L'évolution de ces êtres est bien connue, grâce aux travaux de Grassi, Schaudinn (2), etc.

Prenons pour type le parasite de la fièvre æstivo-automnale.

L'adulte est une petite Amibe de 5 μ environ (fig. 225, a) vivant dans les globules rouges. Elle contient un noyau et des grains de mélanine. Elle grossit aux dépens du globule, dont elle finit par remplir les 2/3 ; en même temps elle devient sphérique.

Chez certains types, l'Amibe prend souvent, pendant sa croissance, l'apparence d'un anneau étroit, à cause de la présence d'une grosse vacuole à son intérieur (q).

Quand il a atteint sa taille définitive (b), le parasite se

---

(1) Minchin (Zoology Lankester, I, 2, p. 267, note); Doflein (Lehrbuch, p. 775); Minchin (Introduction, 1912, p. 356).

(2) (Arb. Gesundh. XIX, 1902, p. 169)

divise en une sorte de morula de mérozoïtes (c). Le pigment reste au centre. Ainsi sont formés les corps en rosace de Laveran.

Les mérozoïtes deviennent libres (d) par destruction du globule rouge, le pigment restant dans le résidu. Ils se meuvent comme de petites Grégarines, pénètrent dans d'autres globules et la schizogonie recommence. C'est à la mise en liberté des mérozoïtes que correspond l'accès de fièvre, sans doute déterminé par l'apparition de toxines.

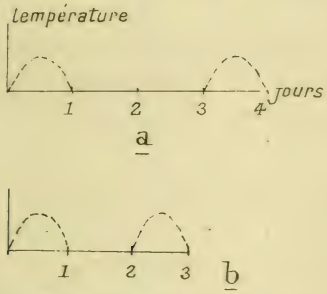


Fig. 226. Courbes des températures. a. fièvre quarte.
b. fièvre tierce.

Le rythme des accès de fièvre se moule donc sur le cycle schizogonique du parasite. Chez Plasmodium malariæ, ce cycle dure 3 jours; la fièvre revient donc le 4ème jour, d'où le nom de fièvre quarte. Figurant schématiquement la courbe de la température du patient, les temps en abscisses, on aura tous les 3 jours une élévation de la courbe.

Plasmodium vivax a un cycle de 48 heures: la fièvre revient le 3ème jour, d'où le nom de fièvre tierce.

Pour Laverania præcox, le cycle paraît être de 24 heures, mais irrégulièrement, d'où une fièvre continue ou irrégulière; ici les phénomènes sont moins bien connus, parce que la schizogonie n'a lieu que dans les organes internes, tels que la rate, et non dans le sang périphérique.

Après un certain nombre de générations schizogoniques, l'organisme réagit sans doute, parce que les parasites sont devenus assez nombreux; alors les mérozoïtes évoluent en gamétocytes.

Chez notre type, les gamétocytes ont la forme de croissants,

encore contenus dans le globule qu'ils déforment : les macrogamétocytes (e') ont un petit noyau, autour duquel le pigment est surtout accumulé ; les microgamétocytes (e) un noyau plus gros et la mélanine disséminée dans tout le plasma.

Dans le genre Plasmodium, les gamétocytes sont sphériques comme les schizontes.

L'évolution s'arrête là chez l'Homme, et il faut que le sang soit absorbé par un Moustique pour que l'évolution continue.

Le rôle des Moustiques était admis depuis des siècles en Abyssinie, mais c'est seulement à la suite de ses expériences sur le transport de la Filaire du sang par les Moustiques, que Patrick Manson en 1894 supposa que le paludisme pouvait avoir le même agent de transmission.

Ronald Ross chirurgien de l'armée anglaise aux Indes, en 1895 (1), étudiant les Gymnosporidies du sang des Oiseaux, montra qu'ils sont transportés par des Culex et suivit leur évolution.

Ses observations furent complétées, surtout en Italie par Grassi, puis par Bignami, Bastianelli, etc.

Pour le paludisme humain, l'hôte intermédiaire est, en Europe, Anopheles claviger. D'ailleurs presque tous les Anopheles peuvent transmettre, mais d'une façon inégale, les divers parasites. Le Moustique, gorgé de sang contaminé, digère toutes les formes, sauf les gamétocytes. Il digère aussi les Gymnosporidies des Oiseaux, tandis qu'au contraire les Culex digèrent toutes les formes des parasites humains, mais ne détruisent pas les gamétocytes des parasites des Oiseaux.

Dans le tube digestif de l'Anopheles, les gamétocytes

---

(1) (Untersuch. ü. Malaria, Jena, 1905)

sont mis en liberté, par destruction du globule qui les contient. Ils prennent la forme sphérique. Le macrogamétocyte devient macrogamète, en rejetant une partie de son noyau (f'. g'). Le microgamétocyte divise son noyau par amitose et émet brusquement 4 à 5 prolongements en forme de flagelles, dans lesquels passe toute la chromatine (g). Ce phénomène appelé exflagellation, n'a lieu qu'à 18°, (c'est pourquoi le paludisme ne se transmet que dans les climats relativement chauds); il se produit aussi dans le sang qu'on vient d'extraire du corps de l'Homme.

Devenus libres dans l'estomac du Moustique, les microgamètes serpentiformes vont pénétrer dans les macrogamètes (h). La fécondation a lieu (i). Le zygote est un ookinète fusiforme, de 20 μ de longueur environ.

Il pénètre entre les cellules épithéliales (j) jusque dans la couche musculaire de l'estomac. Là il s'entoure d'un kyste à paroi très mince, à travers lequel il absorbe les sucs de son hôte (k). Aussi croît-il fortement, jusqu'à atteindre 60 à 70 μ, faisant hernie dans la cavité viscérale du Moustique. On observe parfois jusqu'à 500 kystes dans un seul individu.

Si la température est au dessous de 15°, ces kystes meurent, mais dans les conditions convenables, leur contenu se divise en sporoblastes nus (l), de forme irrégulière. A la surface de chacun d'eux, viennent perler (m) des sporozoïtes très allongés, contenant chacun un noyau. Il y en a jusqu'à 10.000 par kyste. Le pigment reste accumulé dans les résidus.

Au bout de 10 à 12 jours, le kyste se rompt (n), les sporozoïtes filiformes deviennent libres dans l'hæmocœle et gagnent les glandes salivaires du Moustique, dans lesquelles ils pénètrent (o). Ils sont injectés avec la salive du

Moustique, lorsque celui-ci pique l'Homme.

Le cycle complet du développement dure 8 jours environ. Mais la fièvre ne se déclare qu'au bout de 8 à 12 jours, quand les parasites sont devenus assez nombreux dans le sang humain.

Schaudinn, en diluant du sang dans de la sérosité de vésicatoire et en ajoutant des débris de la glande salivaire de Moustique infesté, a pu voir sur le vivant la pénétration des sporozoïtes de Plasmodium vivax dans les globules rouges.

On observe souvent des récidives de la fièvre, sans qu'il y ait eu nouvelle inoculation. Schaudinn pense que, dans ce cas des macrogamètes, qui sont très résistants, ont pu persister dans le sang et, pour une cause inconnue, développer parthénogénétiquement des mérozoïtes. Il a vu ceux-ci se produire chez Plasmodium vivax. Ross suppose au contraire que le nombre des parasites se borne à décroître, assez pour que les accès de fièvre deviennent imperceptibles, mais que les parasites persistent pendant un temps très long, pouvant à un certain moment pulluler de nouveau.

Le médicament spécifique du paludisme est la quinine. Les moyens de prophylaxie découlent des mœurs des Moustiques. On sait que les A. nopheles femelles (qui piquent seules) ne piquent que la nuit et ne peuvent voler haut: il faut donc s'abstenir de sortir la nuit et habiter les étages supérieurs des maisons, ou bien se protéger par des moustiquaires, des gants, des masques, etc. Sambon et Low ont pu, moyennant ces précautions, vivre plusieurs mois dans la campagne romaine, sans être atteints de paludisme. On peut aussi détruire les larves des Moustiques en supprimant, autant que possible, toutes les eaux stagnantes, ou en les recouvrant d'une couche de pétrole. L'expérience a été couronnée de succès à Ismailia, par exemple.

A côté de ces êtres, se placent quelques autres formes, telles que:

Proteosoma Labbé, parasite des Oiseaux, notamment P. præcox (Grassi et Feletti). Le cycle est le même; l'hôte intermédiaire un Culex (1).

---

(1) Cf. Neumann (A. Prot. XIII, 1908 p. 23)

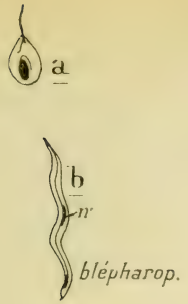


Fig. 227. Proteosoma praecox (Grassi et Feletti) d'ap. Hartmann

Hartmann[1] a trouvé quelquefois, chez les jeunes mérozoïtes, un petit flagellum (fig. 227, a). Il croit voir chez les gamétocytes un blépharoplaste. Les microgamètes auraient un blépharoplaste postérieur et un flagelle accolé au corps, mais sous membrane ondulante (b). Cet être rappellerait un Trypanosome et ferait ainsi le passage aux Flagellates.

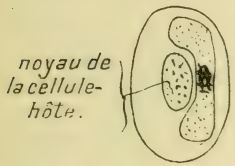


Fig. 228. Hæmoproteus columbæ (Celli et Sanfelice)

Hæmoproteus Kruse, avec lequel est plus ou moins confondu le genre Haltéridium Labbé, renferme aussi des parasites du sang des Oiseaux. Le parasite, au lieu de déplacer le noyau du globule comme le précédent, tend à l'entourer, ce qui lui donne une forme en haltère (fig. 228). Dans un mémoire célèbre[2], Schaudinn a introduit dans le cycle évolutif de ce genre des stades trypanosome. Nous reviendrons à propos de ceux-ci sur cette interprétation.

Plus récemment, les frères Sergent[3] et de Beaurepaire Aragão[4] ont repris l'étude de ce genre chez H. columbæ Celli et Sanfelice, du Pigeon. L'hôte intermédiaire est un Diptère du genre Lynchia.

---

(1) (A. Prot. X, 1907, p. 149)
(2) (Arb. Gesundh. XX, 1904, p. 387.)
(3) (Ann. I. Pasteur. XXI, 1907, p. 251,)
(4) (A. Prot. XII, 1908, p. 154, pl. XI)

où il y a exflagellation.

Leucocytozoon Danilewsky est encore un parasite du sang des Oiseaux. Schaudinn [1] a introduit dans le cycle de L. Ziemanni (Laveran) des stades Spirochète. Ce cycle est très douteux. L'hôte intermédiaire serait un Culex. On connait des gamétocytes vermiformes, contenus dans une enveloppe à deux cornes, dont la nature est discutée: On ne sait si elle est formée par la cellule-hôte seule, ou si les cornes contiennent des prolongements du parasite. On n'est même pas d'accord sur la nature de cette cellule-hôte, globule blanc ou rouge. Sur lamelle, on a vu l'exflagellation et la fécondation. Il n'y a pas de mélanine.

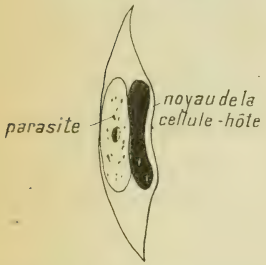


Fig. 229 Leucocytozoon Ziemanni (Lav.)

Appendice

Babesia

C'est encore avec plus d'hésitation que l'on place ici, en appendice, le groupe confus des Babesia ou Piroplasma.

Smith et Kilborne avaient donné à ces êtres le nom de Pyrosoma, nom preoccupé par un Procodé. Patton en 1895 le transforma en Piroplasma, tandis que Wandolleck le baptisait Apiosoma, nom préoccupé par un Cilié. Mais en 1893 Starcovici avait appelé Babesia bovis un parasite, décrit par Babes, qui a été considéré plus tard comme identique à Piroplasma bigeminum Smith et Kilborne.

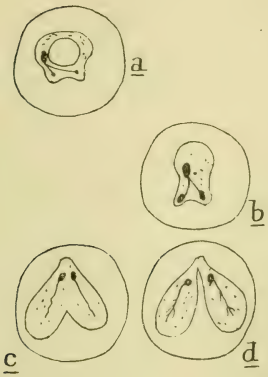
---

(1) (même mémoire).

Ce sont des parasites sans pigment, contenus dans les globules rouges des Mammifères, et transportés par des tiques.

Fig. 230. Babesia bovis Starcovici, *dans un globule du sang de Bœuf.*

On connait des formes arrondies, quelquefois avec une grosse vacuole (fig. 231, a), capables de se diviser : ce sont peut-être des formes jeunes. Les adultes seraient des formes en poire (fig. 230), plus répandues, capables de se multiplier par un bourgeonnement particulier, bien étudié, notamment chez B. canis Piana et Galli-Valerio, par Nuttal et Graham Smith.[1]



Le noyau émet deux branches, que recouvrent deux prolongements du plasma (fig 231, b, c, d.), et qui se séparent ensuite. La forme en poire est capable de quitter le globule pour pénétrer dans un autre, et les mêmes observateurs l'ont vue alors se déplacer, le gros bout en avant, avec une vibration de l'extrémité aiguë, comme s'il y avait un flagellum ; mais on n'a jamais pu voir, ni fixer, celui-ci.

Breinl et Hindle[2], Hinoshita[3] ont trouvé chez le Chien de vraies formes flagellées (e. f.) mais il est douteux qu'elles appartiennent réellement.

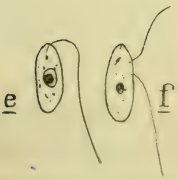


Fig. 231. Babesia canis Piana et Galli-Valerio ; a-d. *schémas de la division (d'ap. Nuttall et Graham-Smith) ;* e-f. *formes flagellées (d'ap. Breinl et Hindle)*

(1) (J. of Hygiene, VI, 1906, p. 585, VII, 1907, p 232.)

(2) (Ann trop. Med. II, 1908, p. 233)

(3) (A. Prot. VIII, 1907, Pl. XII, fig. 41.)

au cycle de Babesia. On a aussi décrit un grain colorable, distinct du noyau, mais est-ce bien, comme on l'a voulu, un blépharoplaste?

Smith et Kilborne (1) ont découvert que la transmission se fait par des tiques, notamment Rhipicephalus annulatus pour B. bovis. La tique femelle, gorgée de sang contaminé, tombe sur le sol et y pond; sa larve est infectée et transmet le parasite.

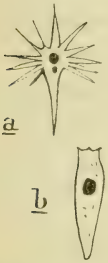


Fig. 232. Babesia bovis chez la Tique; (a d'ap. Koch; b d'ap. Christophers)

La partie du cycle qui se passe chez la tique est très mal connue. On suppose que les parasites deviennent amiboïdes (fig. 232. a) dans l'estomac, puis que deux d'entre eux se conjuguent, donnant un ookinète (b), qui gagnerait l'ovaire et se diviserait en sporozoïtes; ceux-ci envahiraient la larve et notamment ses glandes salivaires. Celà paraît résulter, entre autres, des recherches de Koch (2) et Christophers (3)

Ce parasite détruit un nombre immense de globules et cause l'hématurie des bestiaux, aux États Unis, l'Argentine, le Chili, le Soudan, l'Inde, etc (fièvre du texas).

L'espèce d'Europe est peut-être différente.

Theileria Bettencourt, Franca et Borges, notamment T. parva (Theiler) cause l'East-Coast-fever aux Bœufs de l'Afrique méridionale et

---

(1) (U. S. Dep. Agricult. 8 et 9. Rep. Animal Industry, 1891, 1892, p. 77.)

(2) (Zeitschr. Hygiene, 1906, p. 1)

(3) (Scient. Mem. Med. Dep. Gov. India. XXIX, 1907)

orientale. La forme du parasite est plus allongée. Gonder[1] distingue dans les globules des Bœufs des microgamétocytes bacilliformes et des macrogamétocytes plus arrondis. Il y a conjugaison dans le corps des tiques. L'ookinète se multiplie dans les glandes salivaires. La transmission n'a pas lieu par les œufs de la tique. Parvenus dans les Bœufs, les sporozoïtes pénètrent dans les lymphocytes de la rate, puis, après s'y être divisés, dans les globules rouges.

Fig. 233. Theileria parva (Th.)

On ne connait pas avec certitude de forme flagellée chez ces êtres; en particulier on ne trouve pas chez eux de forme Leptomonas, comme nous en verrons chez les Leishmania. Malgré leur ressemblance extérieure, il faut séparer largement ces deux formes, que l'on avait d'abord confondues.

Caractères

Les Hæmogrégarines se distinguent des autres formes, que nous venons de passer en revue, par l'absence de l'exflagellation. Leur cycle est tout à fait semblable à celui des Coccidies Adéléidées. Aussi Léger[2] en faisait-il franchement des Coccidies, et Doflein[3] les confond-il à peu près complètement avec elles.

On peut les définir: des Adéléidées du sang, à forme définie, à deux hôtes, sans mélanine.

Peut-être faut-il rapprocher les Babesia de ce groupe, malgré toutes les incertitudes de leur cycle, à cause de l'absence d'exflagellation.

Les autres formes, que nous réunirons sous le nom de

---

(1) (A. Prot XXI, 1910, p. 143; et XXII, 1911, p. 170)

(2) (A. Prot. XXII, 1911, p. 81)

(3) (Lehrbuch, p. 746)

Gymnosporidies, ont encore un cycle très comparable ; mais les microgamètes affectent la forme de flagelles, c'est à dire une apparence très allongée, rappelant plutôt les microgamètes des Eimeridées. Comme chez celles-ci, il n'y a pas d'accouplement entre gamétocytes. La plupart sont amiboïdes et possèdent de la mélanine. Doflein[1], frappé par les ressemblances de ces êtres avec les Coccidies, en a fait un groupe annexe de celles-ci, sous le nom de Coccidiomorpha.

Cependant une autre école, celle de Hartmann[2], rapproche les Hæmosporidies des Flagellates, et Léger et Duboscq[3] mettent parmi les Flagellates au moins nos Gymnosporidies, (ce qu'eux mêmes d'ailleurs reconnaissent comme arbitraire). Ils découvrent, comme Hartmann, des rapports entre ces êtres et les Flagellates, par les formes flagellées de Proteosoma, le blépharoplaste prétendu de quelques-uns ; notamment Selenococcidium. Ils s'appuient aussi sur le mémoire très contesté de Schaudinn, qui rapproche les Halteridium des Trypanosomes.

Sans méconnaître ces rapports, il y a avantage, je crois, à laisser les Hæmosporidies au voisinage des Coccidies, auxquelles elles ressemblent si étroitement.

On pourrait définir les Hæmosporidia dans leur ensemble : des Coccidies du sang, à changement d'hôte, possédant pour la plupart un ookinète et pas de spore.

Ces deux derniers caractères sont liés, ainsi que l'a fait remarquer Schaudinn[4], au changement d'hôte, grâce

---

(1) (Lehrbuch, p. 702)

(2) (A. Prot. X, 1907, p. 146)

(3) (A.Z.E. (5) V, 1910, p. 221)

(4) (S.B. Ges. Nat. Fr. Berlin, 1889, p 159); (Zool. Centrlbl., VI, 1899, p. 782)

auquel le parasite est toujours dans l'un des deux et n'a pas à se protéger contre les conditions extérieures.

4ème Ordre Cnidosporidia Doflein
(= Nematocystida Delage et Hérouard.)

Cet ordre a été créé par Doflein pour réunir les 3 groupes des Myxosporidies, Microsporidies et Actinomyxidies, ces dernières découvertes depuis la création du nom de Nematocystides. Nous en ajouterons un 4ème plus tard.

Ce sont des êtres encore moins bien connus que les précédents. A l'état adulte, ils sont amiboïdes, et ont d'ordinaire la valeur de plasmodies. Leur caractère essentiel est d'avoir des spores, dont la coque est formée par une ou plusieurs cellules différenciées, et contenant presque toujours une ou plusieurs capsules polaires; celles-ci sont constituées comme les nématocystes des Cœlentérés, c'est-à-dire renferment un filament spiral projetable; on ne connait de stade flagellé chez aucun d'eux.

1er Sous-ordre Myxosporidia Bütschli
(= Phænocystes Gurley)

Appelés ainsi (μυξα, gelée; σπόρα, semence), à cause de la ressemblance de leurs plasmodies avec celles des Myxomycètes, et de leurs spores caractérisques. Elles ont été connues longtemps sous le nom de Psorospermies des Poissons (Johannes Müller).

15e Z.

Leur caractère est d'avoir des spores à deux valves, plusieurs capsules polaires (d'ordinaire 2), visibles sans préparation. Ces spores sont formées, d'ordinaire par paires, dans

une masse plurinucléée, isolée dans la plasmodie générale, et appelée pansporoblaste (Gurley).

Inconnues chez les Vertébrés à sang chaud, très répandues chez les Poissons, il en existe aussi quelques unes chez les Invertébrés. Elles attaquent surtout le tissu musculaire et le conjonctif, quelquefois le système nerveux, soit concentrées sous forme de tumeurs, soit en infiltration diffuse dans les tissus. Certaines vivent libres dans la cavité de la vésicule biliaire, ou de la vessie, jamais du tube digestif.

Nous prendrons pour type :

Myxobolus Pfeifferi Thélohan, parasite des muscles du Barbeau, d'ordinaire bénin, mais qui parfois peut causer des tumeurs énormes, d'Avril à Octobre. Une épidémie grave a sévi notamment dans la Moselle.

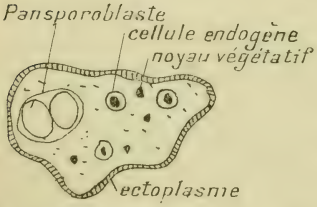


Fig. 234 Myxobolus Pfeifferi Thél. Schéma.

Dans les muscles du Poisson, on trouve de grosses masses amiboïdes (fig. 234, et 237 a), comprenant un ectoplasme très mince, strié transversalement, et un endoplasme granuleux à vacuoles huileuses ; celui-ci renferme de nombreuses spores à différents stades de développement. C'est qu'en effet la formation des spores a lieu pendant la phase d'accroissement et de développement de l'animal.

On y trouve des noyaux de tailles différentes, se multipliant par métamitose.[1]

La schizogonie a lieu par simple plasmotomie (fig. 237, b).

---

(1) Thélohan (Bull. Sci. France-Belgique XXVI, 1894, p. 243)

Pour la reproduction gamogonique, encore très discutée, je prendrai pour guide le travail de Louis Mercier[1], dont les conclusions ont été longtemps assez isolées, mais qui viennent d'être confirmées, sauf sur un point, par Bruno Parisi chez Sphærospora caudata Parisi, de l'Alose[2].

Parmi les noyaux, certains sont simplement plongés dans le cytoplasma commun : ce sont des noyaux végétatifs. Les autres s'entourent d'une zone de plasma, bien délimitée par une mince membrane, et forment ainsi des cellules endogènes.[3]

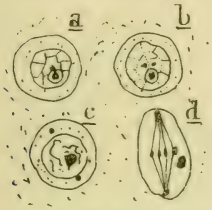


Fig. 235. Mitose chez Myxobolus (d'ap. Keysselitz)

On trouve des cellules endogènes de deux tailles : les unes grosses et à gros noyau (atteignant 6 à 8 μ), les autres plus petites (de 3 à 4 μ), et à petit noyau. Mercier les appelle macrogamétocytes et microgamétocytes de premier ordre. Toutes se divisent par métamitose (fig 235, a - d et 237, c).

Keysselitz[4] a vu sortir du caryosome un centriole (fig. 235 a) qui se divise en deux (b), le reste du caryosome rejetant sa chromatine et se détruisant.

Ces divisions peuvent se répéter plusieurs fois, pro-

---

(1) (Mém. Acad. Belgique, (2), II, 1909)

(2) (Atti Soc. Ital. Sci. Nat. LI, 1913)

(3) Alexeieff (A.Z.E. LI, 1913, p. 529) croit que les noyaux végétatifs, et en général toute la partie somatique de la plasmodie, appartiennent à l'hôte et non au parasite : celui-ci se réduirait alors aux cellules endogènes.

(4) (A. Prot. XI, 1908, p. 254)

duisant des petits nids de gamètes (fig. 237, d). Ceux-ci se disposent par couples (fig. 236, a, b, et 237, e, f), un microgamète coiffant le macrogamète (fig. 236, c et 237, g). La fusion a lieu lentement (fig. 236, d et 237, h).

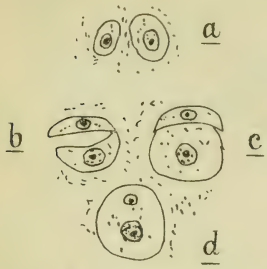


Fig. 236. Conjugaison chez Myxobolus (d'ap. Mercier.)

Ici il y a divergence entre Mercier et Parisi : Mercier croit que le zygote produit un pansporoblaste tout entier, contenant deux sporoblastes ; son noyau se divise par promitose jusqu'à production de 14 noyaux, qui ensuite se répartissent en deux groupes, pour produire les deux spores. Parisi, au contraire admet que deux couples, encore incomplètement fusionnés, à noyaux encore distincts, s'accolent. J'adopte cette dernière interprétation, parce qu'elle concorde avec les observations de Keysselitz (1) chez Myxobolus Pfeifferi, de Schröder (2) chez Sphæromyxa Sabrazesi, d'Awerinzew (3) chez Ceratomyxa drepanopsettæ, qui tous ont vu un accolement analogue et d'autre part avec celles de Auerbach (4) chez Zschokkella Hildæ où il ne se forme qu'une spore par pansporoblaste et où le noyau primitif ne donne que 7 noyaux-filles.

Deux pareils couples s'accolent (fig. 237. i), pendant que la conjugaison s'achève dans chacun d'eux (j), et cet accolement est assez complet pour que la limite de séparation devienne assez longtemps indistincte. Le noyau de chaque zygote se divise plusieurs fois, de

---

(1) (l. c. 1908)
(2) (A. Prot. IX, 1907, p. 365.)
(3) (A. Prot. XIV, 1908, p. 72)
(4) (Z. Anz. XXXV, 1909, p. 243)

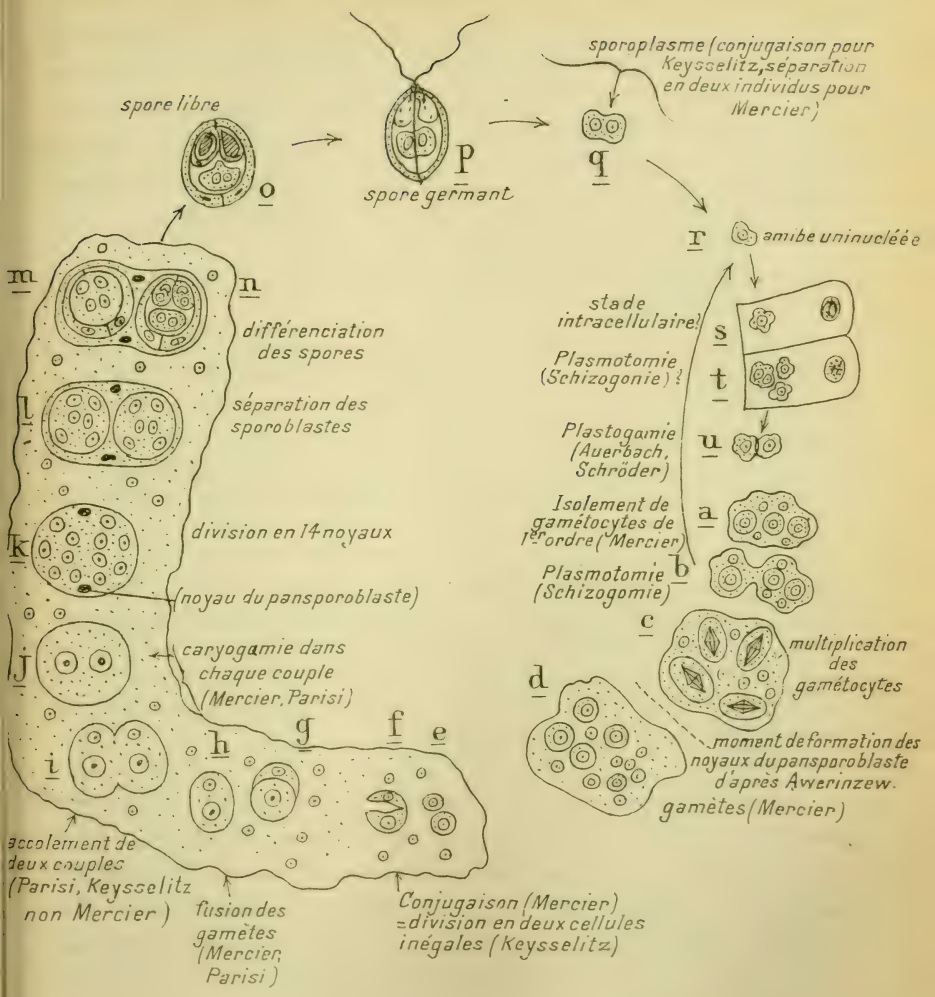


Fig. 237. Myxobolus Pfeifferi Théloban.
Cycle évolutif (Schéma)

façon à en donner 7. L'un de ces noyaux va s'appliquer contre la membrane commune qui deviendra celle du pansporoblaste (k). Alors s'isolent deux masses, dont chacune contient 6 noyaux et constitue un sporoblaste (fig. 237, l).

Dans chacun de ceux-ci, deux noyaux se portent à la périphérie, s'aplatissent, et une cellule plate s'isole autour de chacun d'eux. Les deux cellules ainsi formées s'étalent et s'aplatissent, de façon à enfermer le reste du sporoblaste (fig. 237, m). En dégénérant, elles produiront les deux valves de la coque de la spore.

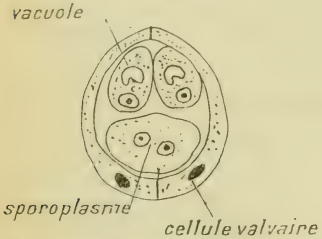


Fig. 238. Différenciation de la spore de Myxobolus

Ce fait capital de la valeur cellulaire de la capsule sporale, d'abord découvert chez les Actinomyxidies, a été retrouvé chez les Myxosporidies par Léger (1) et par Mercier (2). Léger et Hesse (3) l'ont généralisé.

A un pôle de chaque sporoblaste, deux noyaux s'entourent aussi chacun d'une cellule : ce sont les cellules mères des capsules polaires.

Fig. 239. Différenciation de la spore de Zschokkella Auerbach

Le mode de formation de celles-ci est encore très controversé. Il apparait dans chaque cellule une vacuole (fig. 237, n ; et 238). D'après Phélohan (4) une saillie de la paroi de cette vacuole,

(1) (C.R. Ac. Sci. CXLII, p. 656, 12 mars 1906.)
(2) (C.R. Soc. Biol. LVIII, 1906, p. 763, même date)
(3) (C.R. Ac. Sci. CXLII, p. 720)
(4) (Bull. Sci. France-Belgique XXVI, 1894, p. 280)

située en un point quelconque, s'isole dans l'intérieur de celle-ci et s'allonge en filament spiral. D'après Auerbach [1] chez Zschokkella Hildæ, la pointe saillante dans la vacuole paraît s'isoler, s'allonger et sortir de la vacuole dans la cellule formatrice (fig. 239) : le fil spiral naîtrait donc au moins en partie, évaginé. Bütschli, Auerbach, Schröder (chez Nosema) ont vu aussi des stades en partie évaginés. Parisi admet que la membrane même de la vacuole, en se rétrécissant donne le fil spiral, auquel le reste de la cellule-mère formerait ensuite une capsule. La cellule finit toujours par dégénérer.

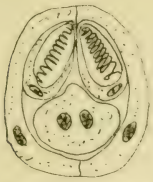


Fig. 240. Spore de Myxobolus

Les deux noyaux restants s'entourent d'une cellule unique, binucléée, qui constitue le sporozoïte, ici souvent appelé le sporoplasme.

La spore complète (fig. 237, o et 240) comprend donc deux valves formées de deux cellules, deux capsules polaires formées aussi de deux cellules, et un sporoplasme à deux noyaux.

Pendant que ces spores se forment, le parent continue à s'accroître et à former d'autres spores. Mais il se détruit à l'automne. Les spores sont rejetées dans l'eau par l'abcès, qui s'est formé autour du parasite.

Avalées par un Barbeau, sous l'action du suc gastrique, les capsules polaires se gonflent et dévaginent leur fil, (fig. 237, p). Il se peut que celui-ci serve à ancrer la spore dans l'intestin : mais souvent les fils se détachent. Keysselitz [2] a supposé alors que, en se déroulant, ils déterminent un recul, qui enfoncerait la spore dans la paroi.

Le sporoplasme (fig. 237, q) sort et gagne le lieu où

---

(1) (Z. Anz. XXXV, 1909, p. 246)

(2) (A. Prot. XI, 1908, p. 266)

l'adulte doit se développer. Il est probable qu'il y a un stade intracellulaire (fig. 237, s) et que le sporoplasme se divise plusieurs fois (t).

Mais que deviennent les deux noyaux du sporoplasme? D'après la plupart des auteurs, ils se fusionnent en un seul. Mercier, au contraire, ne croit pas cela prouvé, et considère cet état binucléé comme le début de la multiplication du parasite.

Il résulte de tout cela que la conjugaison, se passant, d'après notre interprétation, dans le corps même du parent, entre deux noyaux du même parent, est une autogamie. Mais Schröder[1] chez Sphæromyxa Sabrazesi suppose qu'au début du cycle, il y a plastogamie entre deux amibes, nées de sporoplasmes différents (fig. 237, u), et Auerbach[2] dit l'avoir constaté chez Zschokkella Hildæ et Myxidium bergense de la vessie des Gades. Alors il se pourrait qu'il y ait, dans la même plasmodie, deux lignées (ou plus) de noyaux, descendant de ces deux individus primitifs, et que les noyaux des gamètes qui se conjuguent proviennent de deux lignées différentes.

Voilà, péniblement reconstitué, un cycle de Myxosporidie; mais d'autres interprétations très différentes ont été proposées, si bien qu'à l'heure actuelle on ne sait même pas avec certitude, en quel point du cycle intervient la conjugaison.

Les observations d'Awerinzew[3] chez Ceratomyxa drepanopsettæ Awerinzew, qui vit dans la vésicule biliaire de Drepanopsetta platessoïdes, diffèrent en somme peu de celles de Parisi, sauf que les deux noyaux du pan-

---

(1) (A. Prot. IX, 1907, p. 370)
(2) (Z. Anz. XXXV, 1909, p. 59 et 242)
(3) (A. Prot. XIV, 1908, p. 74)

sporoblaste se formeraient avant la conjugaison.

Le corps du jeune (fig. 241, a) ne comprend que deux noyaux. L'auteur les croit nés de la division d'un seul, mais rien n'empêche au contraire qu'ils proviennent de la plastogamie de deux amibes. Chaque noyau se divise en deux et donne un noyau du pansporoblaste (b) et un de gamétocyte. Chacun de ceux-ci produit deux gamètes (c) qui se conjuguent (d) avec les deux autres. Chaque zygote produit une spore dans le pansporoblaste unique.

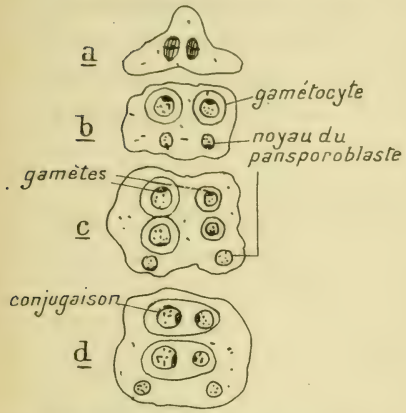


Fig. 241. Ceratomyxa drepanopsettæ Aw.

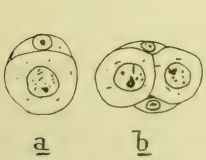


Fig. 242. Myxobolus Pfeifferi Thélohan (d'ap. Keysselitz)

Le cycle admis par Keysselitz[1] chez Myxobolus Pfeifferi est au contraire bien différent. Ce que Mercier et Parisi regardent comme la conjugaison d'un microgamète, coiffant un macrogamète (fig. 236, c et 242, a), est pour Keysselitz le résultat de la division d'une cellule unique. La petite cellule (le microgamète de Mercier) est une des cellules du pansporoblaste. Le pansporoblaste résulte de l'accolement de deux paires semblables (fig. 242, b). Les spores se forment; et c'est seulement dans le sporoplasme qu'a lieu la conjugaison : il y a fusion entre ses deux noyaux, après qu'il est sorti de

(1) (A. Prot. XI, 1908, p. 252)

la spore.

Schröder[1] a admis l'interprétation de Keysselitz pour Sphæromyxa Sabrazesi[2] Lav. et Mesnil, de la vésicule biliaire de l'Hippocampe, et Erdmann[3] chez Chloromyxum Leydigi conclut aussi de ses cultures sur agar-agar avec de la bile de Crapille, à la fusion des noyaux du sporoplasme.

Il est impossible de conclure d'une façon certaine d'observations aussi contradictoires.

Classification

Doflein distingue deux tribus.

1ère tribu. Disporea Doflein. L'individu produit un seul pansporoblaste à deux spores et se détruit après. Les spores sont allongés perpendiculairement au plan de symétrie.

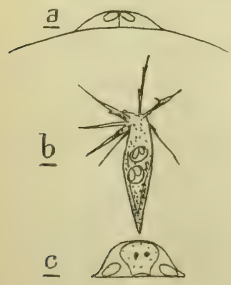


Fig. 243. Disporea.
a. spore de Ceratomyxa linospora Dof.
b. Leptotheca agilis Thél.
c. spore de Zschokkella

Ceratomyxa Thélohan, dans la vésicule biliaire des Poissons (spore, fig. 243, a)

Leptotheca Thélohan: l'adulte n'a de pseudopodes qu'en avant (b). Vésicule biliaire des Poissons.

Zschokkella Auerbach, 1 seule (parfois 2) spores en forme de chapeau (c) par individu.

---

(1) (A. Prot. IX, 1907, p. 359; puis XIX, 1910, p. 2)

(2) qu'il appelle tout au long labrazesi dans son premier mémoire.

(3) (A. Prot. XXIV, 1911, p. 160.)

2ème tribu. Polysporea Doflein. Plusieurs pansporoblastes par individu, Spores allongées dans le plan de symétrie.

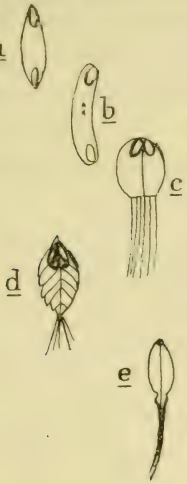


Fig. 244. Polysporea, a. spore de Myxidium Lieberkühni Bütschli; b. spore de Sphæromyxa Sabrazesi (Lav. et Mesn.); c. spore de Sphærospora caudata Parisi; d. spore de Chloromyxum Leydigi Ming.; e. spore de Henneguya Zschokkei Gurley.

Myxidium Bütschli: une capsule polaire à chaque bout de la spore (fig. 244, a)

Sphæromyxa Thélohan, spores analogues (b).

Sphærospora Thélohan, spores striées en long, à plusieurs filaments postérieurs (c)

Chloromyxum Mingazzini, 4 capsules polaires (d). Certaines espèces chez les Insectes.

Myxobolus Bütschli, 2, (parfois 1) capsules polaires.

Henneguya Thélohan, spores à longue queue (e).

2ème Sous-ordre Microsporidia Balbiani (= Cryptocystes Gurley)

Ici les spores sont très petites et symétriques par rapport à un axe; il n'y a qu'une seule grande capsule polaire (découverte par Thélohan)[1] invisible sur le vivant (d'où le nom de Cryptocystes; κρυπτός, caché; κύστις, vésicule), apparaissant seulement sous l'action de réactifs. La plupart sont parasites d'Insectes ou d'autres Arthropodes; quelques unes de Poissons ou de Bryozoaires, même de Grégarines.

(1) (Bull. Sci. France-Belgique, XXVI, 1895, p. 265, 355.)

Mercier[1] a tracé de :

Thelohania Giardi Henneguy, qui habite les muscles de Crangon vulgaris, un cycle très comparable à celui du Myxobole.

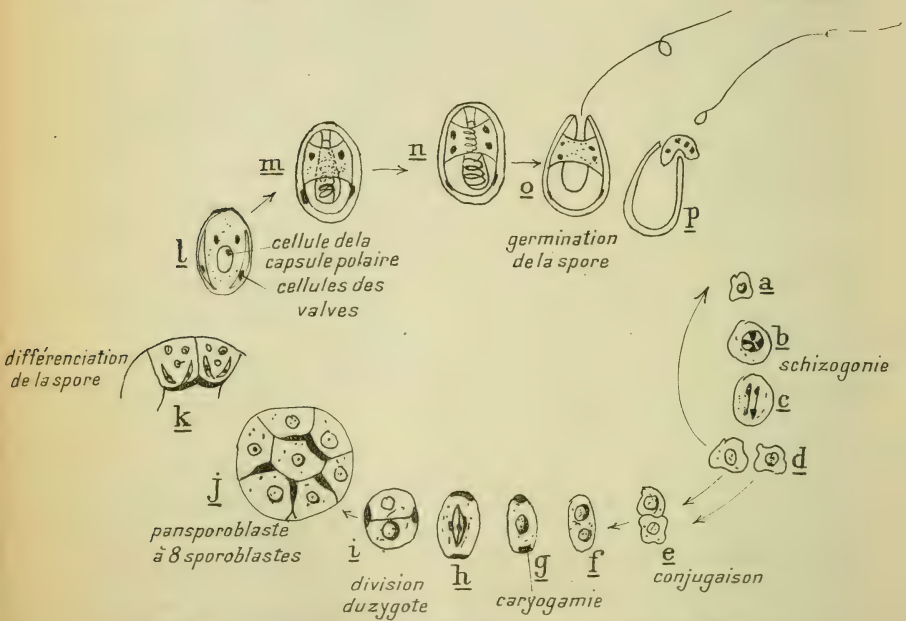


Fig. 245. Thelohania Giardi Henneguy (d'ap. Mercier)

Il n'y a pas ici de grandes plasmodies : le corps se réduit à une petite amibe uninucléée de 2 à 7 μ (fig. 245, a) qui se multiplie par division (schizogonie (b, c, d)). Puis deux individus semblables se conjuguent (e-f) et rejettent des chromidies (g). Le zygote (qui constitue tout le corps) devient tout entier (h-i) un pansporoblaste sans cellules pariétales, contenant 8 sporoblastes (j).

---

(1) (Mém. Acad. Belgique, (2), II, 1909)

Dans chacun de ceux-ci le noyau en produit 5 (k); deux donnent les valves, 1 la capsule polaire unique, 2 le sporoplasme (l). La capsule polaire très grande, occupe tout l'axe de la spore (m). Le sporoplasme forme un anneau entre deux vacuoles, supérieure et inférieure. Il finit par contenir 4 noyaux (n). Il est probable que la spore doit être avalée et germer (o, p) dans le tube digestif d'un autre individu.

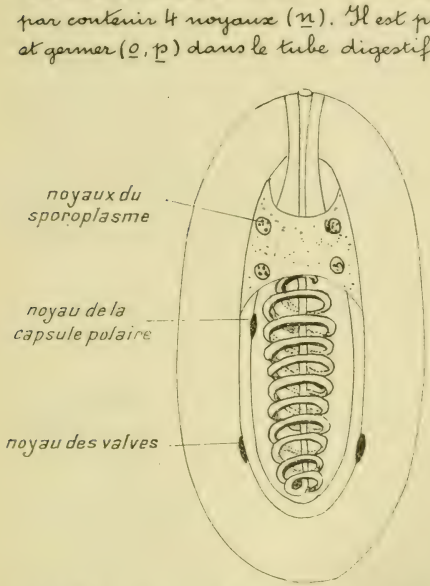


Fig. 246. Spore de Nosema bombycis × 20000 (d'ap. Stempell)

La plupart des auteurs admettent au contraire un cycle comparable à celui de Heysselitz. Bel Stempell (1) pour Nosema bombycis Nägeli qui est la fameuse pébrine des Vers à soie. On sait que d'après l'évaluation de de Quatrefages, cette maladie a fait perdre à la France un milliard entre 1854 et 1867 (2). Pasteur (3) démontra que la maladie était transmise par les excréments des chenilles malades, et aussi par les œufs qui étaient infestés. Il conseilla de rejeter les œufs que l'examen microscopique montrerait

---

(1) (A. Prot. XVI, 1909, p. 281)

(2) (Rapport jury exposition 1867, XII, 1868, p. 429)

(3) (1865 à 1870, notamment. Etude sur la maladie des Vers à soie, Paris, 1870).

contaminés. Il suffit pour celà de broyer un certain nombre d'oeufs dans un mortier et d'examiner le produit : Les spores ne dépassant pas 3 μ, échappent à l'action du pilon. La maladie peut attaquer tous les organes, mais chaque individu ne pénètre que dans une seule cellule. Quand c'est une cellule épithéliale, celle-ci (fig. 247, a) cesse de sécréter de la chitine, est entraînée dans la cuticule (b), dégénère et brunit. ainsi sont formées les taches en grains de poivre qui ont fait donner le nom de pébrine à la maladie.

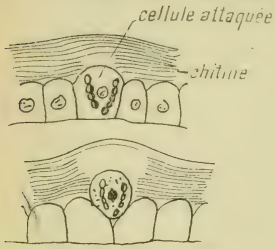


Fig. 247. Pébrine.

Chez cet être il n'y a pas de pansporoblaste : l'amibe uninucléée qui constitue l'adulte, après s'être multipliée par schizogonie dans la cellule attaquée, devient tout entière une seule spore.

Stempell admet que le sporoplasme, en quittant la spore lors de la germination, y abandonne deux de ses 4 noyaux (de réduction) et qu'il y a caryogamie entre les deux autres [1]

Glugea Chélohan, possède des plasmodies de nature discutée, nombreuses spores par pansporoblaste [2]

3ème Sous-ordre Actinomyxidia Stolc.

Ces êtres ont des spores à symétrie radiaire ternaire (3

(1) (Voy. schéma dans A. Prot. XVI, 1909, pl. XXV)

(2) (Voy. Stempell, A. Prot. IV, 1904, p. 1 ; C. Pérez, Bull. Arcachon, VIII, 1905 ; Schröder, A. Prot. XIV, 1909, p. 119 ; Auerinzew et Fermor, A. Prot. XXIII, 1911, p. 1.), ect.

valves et 3 capsules polaires). Ils sont parasites d'Oligochètes surtout.

Stolč en 1899 (1) découvrit des spores de formes étranges dans l'épithélium intestinal de Tubifex des environs de Prague. Il figura le noyau des cellules de la coque, mais regarda ces êtres comme des Mésozoaires. Mrázek (2) dans son analyse du travail de Stolč, reconnut formellement des spores de Myxosporidies. Léger (3) signala les cellules valvaires. Caullery et Mesnil les décrivirent exactement (4). Léger compléta ses observations (5); Caullery et Mesnil publièrent un travail très complet sur Sphæractinomyxon Stolči C. et M. (6). Une autre étude détaillée a été faite depuis par Iwaji Ikeda (7) chez

Tetractinomyxon intermedium Ikeda, de la cavité cœlomique d'un Sipunculide Petalostoma minutum.

Le jeune est formé d'une petite amibe, libre dans le cœlome. Deux pareilles amibes s'associent par plastogamie. Chacune se divise inégalement : les deux petites cellules-filles entourent les deux grosses et forment la paroi du pansporoblaste. Les grosses se divisent par promitose jusqu'à en produire chacune 16. Toutes expulsent la moitié de leur noyau, puis se conjuguent deux à deux, formant 8 zygotes. La conjugaison a donc lieu ici comme chez Ceratomyxa d'après Awerinzew, dans le pansporoblaste déjà formé.

Chaque zygote devient une spore tétraédrique qui présente ici la particularité d'avoir deux enveloppes. Le noyau du zygote en produit 8 : 3 pour les valves de la paroi externe, 1 pour la paroi interne, 3 pour les capsules polaires, 1 pour le sporoplasme : celui-ci se divise plus tard en

---

(1) (Abh. Böhm. Akad. II, 1899, n° 22)

(2) (Z. Centrlbl. VII, 1900, p. 594.)

(3) (C.R. Assoc. fr. XXXII, 10 août 1903, p. 228, paru le 11 janvier 1904)

(4) (C.R. Soc. Biol. LVI, p. 408, 5 mars 1904)

(5) (ibid, p. 844).

(6) (A. Prot. VI, 1905, p. 272)

(7) (A. Prot. XXV, 1912, p. 248.)

2. La spore peut germer dans le corps du même hôte, ce qui supplée peut-être à la schizogonie inconnue. Mais il est possible que les petites amibes se divisent.

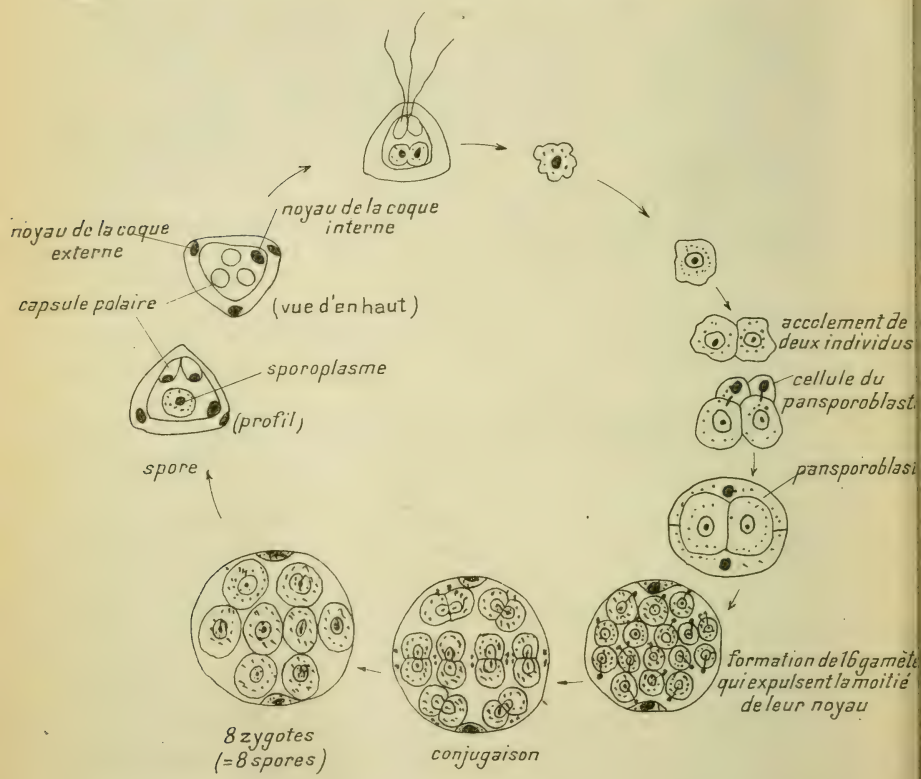


Fig. 248. Tetractinomyxon intermedium Ikeda
Cycle évolutif (d'ap. Ikeda)

Ainsi il y a d'abord formation du pansporoblaste et, dans celui-ci, de 8 zygotes, par isogamie.

Chez Sphæractinomyxon Stolči Caullery et Mesnil, du cœlome d'Oligochètes marins de la Hague, ces auteurs (1) a-

(1) (A. Prot. VI, 1904, p. 272.)

vaient trouvé des phénomènes semblables.

Mais dans chaque zygote il se forme seulement 7 noyaux : 3 pour les valves, 3 pour les capsules polaires et 1 pour le sporoplasme, et celui-ci se divise en très nombreux petits noyaux, formant une masse de sporozoïtes mal distincts, qui est d'abord en dehors des valves (fig 249) et ne pénètre dans la coque, que lorsque les divisions sont achevées. Les spores sont presque sphériques.

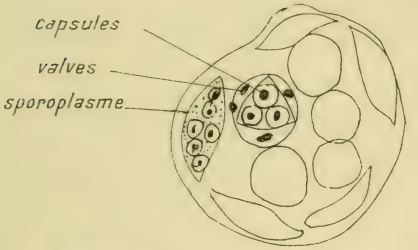


Fig. 249. Sphæractinomyxon Stolči C et M. (d'ap. Caullery et Mesnil)

Hexactinomyxon Stolč a des spores en forme d'ancre à 6 branches (fig. 250) et des sporozoïtes très nombreux, localisés près des 3 capsules polaires.

Triactinomyxon Stolč a des spores en ancre à trois branches (fig. 251). Ces prolongements doivent servir à la sustentation des spores dans l'eau.

Fig. 250. Hexactinomyxon psammoryctis Stolč.

4ème Sous-ordre Paramyxidia Chatton.

Chatton[1] a créé un groupe spécial pour :

Paramyxa paradoxa qu'il a découvert dans les cellules intestinales d'une larve pélagique d'Annélide Polychète.

C'est d'abord une petite amibe (fig. 252. a) qui multiplie son noyau (b) de façon à en former 13, dont 8 gros et 5 petits (c). L'un des petits est le noyau d'un pansporoblaste unique. Le reste se découpe en 4 sporoblastes

(1) (C.R. Ac. Sci. CLII, 1911, p. 631)

16e Z.

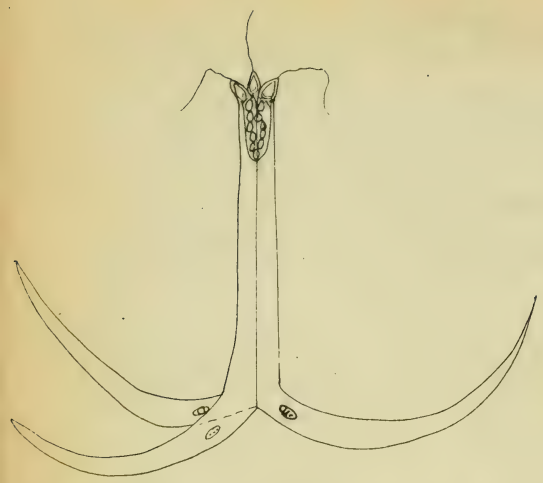


Fig. 251. Triactinomyxon ignotum Stolč.

mée d'une seule cellule, contenant un sporoplasme uninucléé et pas de capsule polaire. Les 4 spores sont groupées dans un pansporoblaste unicellulaire. C'est donc une Cnidosporidie sans cnidoblaste. Nous en ferons un 4ème sous-ordre de Cnidosporidies.

Caractères

Sous-ordres : 1° Myxosporidia : grandes spores, symétriques bilatéralement, à deux valves, 2 (quelquefois 4) capsules polaires visibles sur le vivant. D'ordinaire un pansporoblaste. Habitant surtout les Vertébrés à sang froid.

contenant chacun un petit noyau et deux gros (d). Le petit se place à la périphérie, où s'individualise une coque unicellulaire. Un des gros noyaux dégénère ; il représente peut-être une capsule polaire rudimentaire ; l'autre est celui du sporoplasme (e).

Il y a ainsi 4 spores fusiformes, à paroi for-

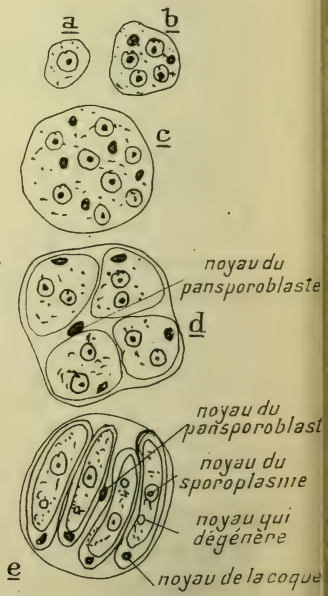


Fig. 252. Paramyxa paradoxa Chatton. d. coupe transversale, e, vue de profil (d'ap. Chatton)

2° Microsporidia : spores très petites et symétriques par rapport à un axe. Une seule capsule polaire axiale, invisible sur le vivant. D'ordinaire pas de pansporoblaste. Habitent surtout les Arthropodes.

3° Actinomyxidia : spores à symétrie radiaire, ternaire : 3 valves, 3 capsules polaires. Pas de stade plasmodial du trophozoïte. Un pansporoblaste.

4° Paramyxidia : spores fusiformes, à enveloppe formée d'une seule cellule ; sporoplasme unicellulaire ; pas de capsule polaire. Un pansporoblaste.

4ème Ordre Cnidosporidia

Spores, à coque formée de 1, 2 ou 3 cellules ; contenant d'ordinaire 1 à 4 capsules polaires (nématocyste) formées chacune dans une cellule. Les spores sont généralement formées par groupes dans une masse cytoplasmique nucléée, dite pansporoblaste. Trophozoïte le plus souvent plasmodial.

Haplosporidia Caullery et Mesnil

Ce groupe a été créé [1] pour des parasites caractérisés par la simplicité de leur cycle évolutif et surtout de la structure de leurs spores : d'où le nom (ἁπλοῦς, simple ; σπορά, semence).

---

(1) (C.R. Soc. Biol. LI, 1899, p. 789 ; C.R. Ac. Sci. CXXIX, 1899, p. 616 ; A.Z.E. (4), IV, 1905, p. 102 .)

Haplosporidium Caullery et Mesnil, est parasite de cellules intestinales ou péritonéales d'Annélides. C'est d'abord une cellule uninucléée (fig. 253, a) (cet état n'a été vu que chez H. Marchouxi)[1] qui peut sans doute se multiplier par schizogonie, puis qui divise son noyau (b-c), de façon à devenir un plasmode de 50 à 60 μ (d), entouré d'une membrane mince[2]; puis elle se cloisonne en autant de cellules (pansporoblastes) qu'il y a de noyaux (e). Dans chaque pansporoblastes, se forment, par division, 4 spores de 6 ½ μ (f, g), à double enveloppe: l'externe molle et capable de s'effiler en filaments variés (c'est probablement le reste de la cellule-mère), l'interne résistante, ovoïde, s'ouvrant par un clapet. Il n'y a, à l'intérieur, que du protoplasma et un noyau. Les spores seraient donc simplement unicellulaires, à paroi cuticulaire.

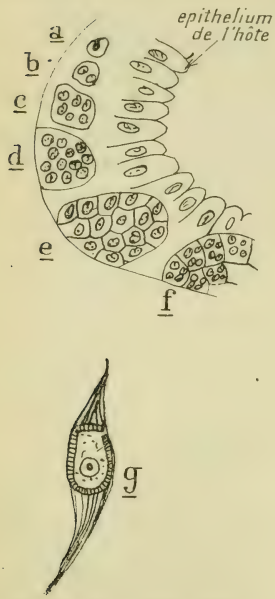


Fig. 253. Haplosporidium heterocirri C et M.

Bertramia C. et M. a des spores à membrane mince, unique; une spore par pansporoblaste.

Urosporidium C. et M. de la cavité générale des Syllis, a des spores

---

(1) (A.Z.E., l.c., p. 116)

(2) (ibid. p. 108, 125)

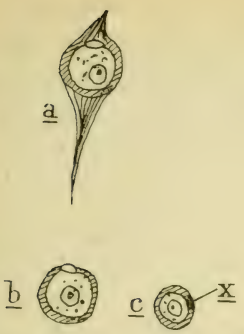


Fig. 254. a, Spore de Urosporidium fuliginosum C. et M.; b, spore de Amurosporidium Pelseneeri Caullery et Chappellier; c, la même jeune; x, point chromatique.

dont l'enveloppe externe forme queue; l'interne, arrondie, étant percée d'un trou (fig. 254, a).

Amurosporidium Caullery et Chappellier[1] a des spores très semblables (fig. 254, b) et vit dans l'épithélium pariétal d'un sporocyste de Trématode, qui parasite la masse viscérale de Donax trunculus. Caullery et Chappellier ont signalé contre la paroi de la jeune spore, un point chromatique (fig. 254, c).

A s'en tenir à ces observations on pouvait définir les Haplosporidies : des parasites amiboïdes, d'abord uninucléés, puis plurinucléés, se cloisonnant simultanément autour des nombreux noyaux et produisant des spores uninucléées, à enveloppe cuticulaire simple, ou sans enveloppe.

Léger et Duboscq[2] ont critiqué le groupe ainsi défini, qu'ils trouvent insuffisamment délimité. Si l'on ne connaissait que le développement de l'ookinète de Plasmodium chez l'Anophelès, disent-ils, on pourrait en faire une Haplosporidie.

Récemment Cépède[3] a découvert chez Amurosporidium Pelseneeri des phénomènes sexuels : certains individus produisent des macrogamètes ronds, d'autres des microgamètes allongés ; il y a conjugaison, puis division hétéropolaire du syncaryon en un gros noyau sporoplasmique et un petit pariétal. (Ce dernier est le point chromatique de

(1) (C.R. Soc. Biol., LVIII-1, 1906, p. 325.)
(2) (A.Z.E., (5), V, 1910, p. 218.)
(3) (C.R. Ac. Sci. CLIII, 1911, p. 507 et Ibid. CLVI, 1913, p. 574)

Caullery et Chappellier). La paroi sporale, contenant un noyau, a donc la valeur d'une cellule. Anurosporidium est par suite une Paramyxidie c'est à dire une Cnidosporidie sans cnidoblaste. Il est probable que Anurosporidium devrait entrainer à sa suite les autres Haplosporidies.

Celles-ci cesseraient donc de mériter leur nom, rappelant la simplicité de leurs spores. Cépède (1911) propose le nom de Acnidosporidies, pour confondre les Haplosporidies et les Paramyxidies. Il propose (1913) de réunir les Cnidosporidies et les Acnidosporidies en un groupe des Cytopleurospora, caractérisé par une spore à paroi cellulaire, un cycle schizogonique et un cycle gamogonique précédant la sporulation. On remarquera en effet que d'après les observations de Cépède chez Anurosporidium, comme d'après celles de Caullery et Mesnil et d'Ikeda chez les Actinomyxidies, les phénomènes sexuels précèdent la sporulation, ce qui vient à l'appui de l'interprétation de Mercier et de Parisi du cycle des Myxosporidies.

Pour ne pas introduire de nouveaux noms, nous nous contenterons de placer la Paramyxa de Chatton parmi les Haplosporidies, en admettant provisoirement que la définition donnée pour les Paramyxidies devra s'appliquer à toutes les Haplosporidies. Nous ferons de ces Haplosporidies le 4ème sous-ordre de l'ordre des Cnidosporidies. Cet ordre sera caractérisé par des spores à paroi cellulaire.

Nous laisserons de côté un certain nombre d'organismes mal connus qu'on a voulu parfois introduire dans les Haplosporidies, tels que Scheviakovella Caullery et Mesnil, les Serum-sporidies de Pfeiffer, etc (1).

---

(1) (voir Caullery et Mesnil; A.Z.E. (4), IV, 1905, p. 156.)

Edmond Perrier[1] a créé un groupe spécial, les Exosporidies, pour les Amœbidium de Cienkowsky, tubes fixés sur les Crustacés d'eau douce. Déjà Delage et Hérouard[2] les éloignaient des Sporozoaires. Chatton[3] en fait des Thallophytes. Doflein, Minchin, les suppriment des Protozoaires.

Nous agirons de même pour les Chlamydozoaires de Prowazek, encore trop peu connus[4].

5ème Ordre Sarcosporidia Balbiani
(=Tubes de Miescher, Psorospermies des muscles)

Fig. 255. Sarcocystis miescheriana (Kühn) (=S. tenella Railliet), jeune.

Voici les plus mal connus des Sporozoaires et cependant ils sont des plus communs, car ils sont répandus chez les Mammifères, notamment les animaux domestiques, tels que le Porc, le Mouton, etc.; on en trouve aussi chez les Oiseaux et de très rares chez les Reptiles, exceptionnellement chez l'Homme.

A l'état jeune, un tube de Miescher est une sorte de boudin allongé, d'abord intracellulaire, contenu dans les fibres musculaires surtout de la ré-

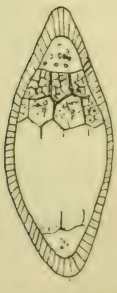


Fig. 256. Sarcocystis miescheriana (Kühn) adulte.

(1) (Traité de Zoologie, 1893, p. 460)

(2) (Traité, I, p. 298)

(3) (A.Z.E., (4), V, 1906, p. XXX)

(4) voir: Prowazek (A. Prot. X, 1907, p. 336); (Handbuch d. pathog. Protoz. Leipzig, 1911); Negri (Zeitschr. Hygiene, LXIII, 1909, p. 421); Hartmann (Centrlbl. Bakter. XLVII, Beiheft, p. 4, 1910); etc.

gion du cou et du ventre. Le tube grossit en absorbant la fibre et finit par passer dans le sarcolemme, c'est-à-dire dans le tissu conjonctif, qui lui forme une tunique adventice.

Ces tubes atteignent 15 mm chez le Mouton et jusqu'à 50 chez le Chevreuil.

Le tube jeune renferme plusieurs noyaux, puis, un mois plus tard il est découpé en cellules rondes, qu'on a appelées sporoblastes ou pansporoblastes (fig. 255).

Le parasite peut alors se résoudre en ses éléments qui se séparent, et peuvent aller attaquer d'autres fibres musculaires voisines.

Quand il est découpé en cellules, le parasite s'entoure d'une tunique complexe; il y a une zône externe assez homogene et une moyenne striée transversalement; enfin une couche interne, élastique, mince, qui se continue avec des cloisons internes séparant les sporoblastes. On a comparé la couche striée à l'ectoplasme de certaines Myxosporidies.

Pour Alexeieff[1], tunique et cloisons sont du tissu élastique et appartiennent à l'hôte, comme la couche adventice qui s'y superpose.

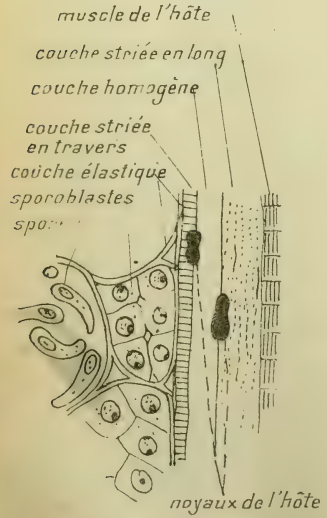


Fig. 257. Sarcocystis miescheriana, détail d'une coupe, d'ap. Alexeieff.

D'après les nouvelles recherches d'Alexeieff[2] la tunique comprend (fig. 257): une couche externe conjonc-

(1) (C.R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 397.)

(2) (A.Z.E. LI, 1913, p. 526)

tive striée longitudinalement, une couche dense, homogène, puis la zône striée transversalement, enfin la couche élastique mince. Le tout est formé par le sarcoplasma de la fibre musculaire modifié, qui s'insinue entre les sporoblastes. On trouve en effet dans la tunique des noyaux appartenant sans aucun doute à l'hôte. Quant à l'apparence striée, c'est un reste de la striation du muscle, comme le supposaient déjà Virchow, puis Fiebiger (1)

Les sporoblastes continuent à se multiplier par division aux deux extrémités du tube et à sa périphérie. Ils prennent la forme de cellules polygonales, contenues par paquets dans les loges, limitées par les cloisons élastiques. Plus près du centre, apparaissent dans ces loges des corpuscules falciformes (fig. 257), dits corpuscules de Rainey, qui sont pour les uns des spores, pour les autres des sporozoïtes, ou même des mérozoïtes. Plus tard, dans les tubes âgés, ces "spores" dégénèrent au centre et les loges restent vides, ou contiennent seulement quelques granulations.

Les "spores" ont jusqu'à 14 μ de longueur. Elles sont très délicates et peu résistantes, dépourvues de la coque épaisse que présentent d'ordinaire les spores de Sporozoaires. Elles renferment vers leur centre des grains métachromatiques. Une de leurs extrémités est arrondie, l'autre est plus aiguë. Du côté aigu, on voit sur le vivant, dans certains cas, une striation particulière (fig 258): cela a fait croire à l'existence d'une capsule polaire, contenant un fil spiralé, dont l'existence n'a jamais été démontrée.

Fig. 258.
"Spore" de Sarcocystis
(d'ap. Laveran et Mesnil)

---

(1) (Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, LX, 1910.)

Van Eecke (1) a figuré des spores avec le filament dévaginé, l'une avec un filament au bout aigu, une autre avec deux filaments au bout aigu, une 3ème avec un filament à chaque bout. Wasielewski (2) admet l'existence d'une capsule polaire, et au Congrès de Berlin, à la suite d'une communication de Koch (3), il a encore affirmé l'existence de filaments. Laveran et Mesnil (4) admettent l'existence d'une capsule tout en reconnaissant qu'ils n'ont pu faire dévaginer le filament. Caullery et Mesnil (5) disent formellement qu'il existe une capsule polaire. Mme Erdmann dit avoir vu un filament dévaginé; mais dans une de ses notes (6) elle le fait sortir du bout aigu, et dans deux autres (7) du gros bout, de sorte que les auteurs, non contents de se contredire entre eux, sont encore en contradiction avec eux-mêmes. Mais Léon Perrier (8) paraît bien avoir démontré qu'il n'existe pas de capsule polaire, ce qui est confirmé par Léger et Duboscq (9) et Alexeieff (10).

Il y a incertitude, même au sujet du noyau: Mme Erdmann (11) le trouve très petit et le place au centre, parmi les grains métachromatiques; le noyau de Laveran et Mesnil serait pour elle la capsule polaire.

Hartmann (12) a adopté cette interprétation. Mais Reichmann (13) affirme que la capsule polaire de Mme Erdmann est en réalité le noyau, ce que Alexeieff a confirmé. Ajoutons que Watson (14) a décrit au bout

---

(1) (Jaarsverlag pathol. Inst. Welt. Batavia, 1892.)

(2) (Sporozoenkunde, Jena, 1896, p. 125)

(3) (Verh. 5e, Int. Zool. Congr. Berlin, 1901, p. 684.)

(4) (C.R. Soc. Biol. LI, 1899, p. 247.)

(5) (A.Z.E. (4), IV, 1905, p. 127 et 172.)

(6) (Centrlbl. Bakter. LIII, 1910, p. 513.)

(7) (A. Prot. XX, 1910, p. 247; et: S.B. Ges. Natur. Fr. Berlin, 1910, p. 381.)

(8) (C.R. Soc. Biol., LXII, 1907, p. 478.)

(9) (A.Z.E., (5), V, 1910, p. 220, note)

(10) (l.c.)

(11) (A. Prot. XX, p. 241.)

(12) (Praktikum d. Protozoologie, 1910, fig. 21.)

(13) (A. Prot. XXII, 1911, p. 240.)

(14) (J. Comp. Path. Therapeut., XXII, 1909)

pointu un centrosome, et que pour Crawley[1] les grains prétendus métachromatiques centraux sont un second noyau.

Fig. 259.
"Spore" de Sarcocystis
(d'ap. Alexeieff)

D'après les dernières recherches d'Alexeieff la spore possède, au gros bout, un noyau sans membrane nette, à gros grains chromatiques et caryosome très excentrique (fig. 259). Les grains métachromatiques du centre de la spore et les granules sidérophiles de la pointe (région striée) sont des produits de sécrétion, probablement la toxine décrite sous le nom de sarcocystine par Laveran et Mesnil[2]. Ces grains de sécrétion tireraient leur origine du noyau et plus particulièrement du caryosome: Ils seraient donc comparables au pyrénosome de l'Vigier, du foie de l'Ecrevisse[3]

Personne en tout cas n'a observé de noyau dans la paroi et il est hors de doute que cette paroi n'a pas la valeur d'une cellule, ce qui éloigne radicalement les Sarcosporidies des Cnidosporidies.

On a décrit encore une autre sorte de spores, encore plus fragiles et plus molles, dites gymnospores; mais elles ne paraissent pas coexister avec les spores ordinaires: il se peut que ce soit un caractère spécifique.

Leichmann[4] a montré que les spores jeunes étaient capables de se diviser en long, avec amitose du noyau.

---

(1) (P. Ac. Philadelphia, LXIII, 1911.)
(2) (C.R. Soc. Biol. LI, 1899, p. 311.)
(3) (C.R. Ac. Sci. CXXXII, 1901, p. 855.)
(4) (A. Prot. XXII, 1911, p. 241.)

On ne sait à peu près rien du mode de propagation de ce parasite. Théobald Smith [1] a pu transmettre le parasite à des Souris en les nourrissant avec de la chair de Souris infestées, et Nègre [2] a réussi la même expérience avec des crottes de Souris parasitées.

D'autre part Negri [3] a pu, en 15 ou 20 jours, infester des Cobayes nourris de viande de Souris parasitées, et il a obtenu ainsi une variété naine du parasite, à kyste non cloisonné : les caractères morphologiques des Sarcosporidies sont donc assez variables.

On sait que la spore est capable de germer dans l'intestin. Mme Erdmann [4] l'a vue émettre ses grains métachromatiques qui attaquent l'épithélium, puis traverser la muqueuse sous forme amiboïde. Elle passe de là dans la lymphe et gagne ensuite les muscles. Mais est-ce le seul mode d'infection ?

Watson [5] a trouvé des spores dans le sang, ce qui fait supposer qu'il pourrait y avoir un hôte intermédiaire.

Nègre [6], dont Alexeieff adopte l'avis, pense que les formations décrites par Chatton sous le nom de kystes de Gilruth pourraient être une forme de multiplication de Sarcosporidie. Ces formations, décrites par Gilruth [7] chez les Moutons de

---

(1) (J. Exp. Medicine, VI, 1901.)
(2) (C.R. Soc. Biol., LXIII, 1907, p. 374)
(3) (Rendiconti Ac. Lincei, XVII, 1908.)
(4) (S.B. Ges. Nat. Fr. Berlin, 1910, p. 377.)
(5) (J. Comp. Path. Therapeut. XXII, 1909.)
(6) (C.R. Soc. Biol. LXVIII, 1910, p. 997.)
(7) (Bull. Soc. Pathol. exot., III, 1910, p. 297.)

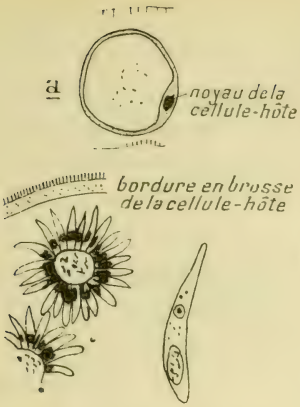


Fig. 260. Gastrocystis Gilruthi Chatton. (d'ap. Chatton)

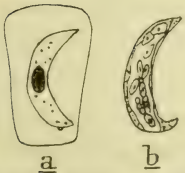


Fig. 261. Joyeuxella toxoides Brasil (d'ap. Brasil)

Tasmanie, retrouvées par Chatton chez presque tous les Moutons et les Chèvres des abattoirs parisiens, dans la muqueuse de la caillette, ont été baptisées par ce dernier Gastrocystis Gilruthi (1)

Alexeieff croit que ce même être avait été déjà décrit par Max Flesch en 1883 sous le nom de Globidium Leuckarti, puis par Moussu et Marotel (2) sous celui de Coccidium Faurei.

Ces kystes ont une enveloppe formée par une seule cellule gigantesque (fig. 260, a), sans doute la cellule-hôte. Leur contenu, d'abord plasmodial se découpe en îlots multinucléés, sur lesquels perlent des corpuscules allongés, comme les mérozoïtes des Aggregata (b). Ces corpuscules sont effilés à un bout, qui contient un grain (centriole?) (c), et sont mis en liberté dans l'estomac par rupture du kyste. On ignore la suite.

Il est probable qu'il n'y a qu'un seul genre de Sarcosporidies, le genre Sarcocystis Lankester (σάρξ, chair; κύστις, vésicule).

D'après Alexeieff il n'y aurait même qu'une seule espèce, S. miescheriana (Kühn), ce qui est contesté.

On reconnait d'ordinaire, outre cette espèce, qui parasite le Porc, S. tenella Railliet, du Mouton, S. muris R. Blanchard

(1) (A.Z.E., (5), V, 1910, p. CXXIV.)
(2) (A. Parasitol. VI, 1902, p. 82.)

de la Souris, etc.

Certains auteurs ont cherché à rapprocher des Sarcosporidies, la curieuse :

Joyeuxella toxoides de Brasil (1), de l'épithélium intestinal de la Pectinaire. Ce sont des corps en croissant (fig. 261, a) de 15 à 35 μ de long, qui divisent leur contenu (b) en mérozoïtes rappelant les spores de Sarcosporidies.

Caractères : Ordre 5 : Sarcosporidia : Kystes dont le contenu se divise en "spores" falciformes, unicellulaires, à membrane mince.

Classification générale des Sporozoaires

A. Labbé (2) divisait les Sporozoaires en :

1° Cystosporidies, intracellulaires, au moins pendant une période de leur vie (comprenant nos Grégarines, Coccidies, Hæmosporidies).

2° Histosporidies, intercellulaires, parasites des tissus (ἱστός), (comprenant nos Cnidosporidies et les Sarcosporidies).

Ce mode de division a été très critiqué : beaucoup de Grégarines ne sont jamais intracellulaires ; il en est de même de beaucoup de Coccidies ; au contraire les Sarcosporidies, beaucoup de Myxosporidies, sont d'abord intracellulaires, etc.

Delage et Hérouard (3) divisent les Sporozoaires en :

1° Rhabdogenix sporozoïtes de forme définie, en bâtonnets (4),

---

(1) (A.Z.E., (4), II, 1904, p. 225.)

(2) (A.Z.E., (3), II, 1894, p. 219.)

(3) (Traité, 1896, I, p. 255.)

(4) (ῥάβδος, bâtonnet ; γεννάω, j'engendre.)

(comprenant les Grégarines, Coccidies, nos Hæmosporidies et les Sarcosporidies, dont ils considèrent les spores comme des sporozoïtes);

2° Amœbogenix : sporozoïtes amiboïdes (comprenant nos Cnidosporidies).

Mesnil, exprimant les idées de Metschnikoff (1) revient au groupement de Labbé et classe en :

1° Ectosporées : sporoblastes formés à la périphérie du sporonte (Grégarines, Coccidies, Hæmosporidies)

2° Endosporées : pansporoblastes formés dans l'intérieur même du corps de l'animal (Cnidosporidies et Sarcosporidies).

Schaudinn (2) divise en :

1° Eclosporidia : sporulation seulement quand la phase trophique est achevée (3) (Grégarines, Coccidies, Hæmosporidies)

2° Neosporidia : la sporulation a lieu pendant la phase de croissance, même quand le trophozoïte est encore jeune! (4) (Cnidosporidies, Sarcosporidies).

Léger et Duboscq (5) critiquent ce dernier groupement et en reviennent à celui de Delage et Hérouard. Tout d'abord le critérium de Schaudinn n'est pas meilleur que ceux des auteurs précédents : beaucoup de Myxosporidies, de Microsporidies, les Actinomyxidies et la plupart des Haplosporidies ne sporulent qu'à la fin de leur développement. Au contraire bien des Schizogrégarines divi-

---

(1) (1899. Bull. Soc. Biol. Vol Jubil. p. 258.)

(2) (Zool. Jahrb. Anat. 1900, XIII, p. 281.)

(3) (τέλος, fin)

(4) (νέος, nouveau, jeune)

(5) (A.Z.E. (5), V, 1910, p. 217.)

sent leur noyau avant d'avoir achevé leur croissance.

La différence importante entre les deux modes de groupement proposés consiste dans la place accordée aux Sarcosporidies : Delage et Hérouard les rapprochent des Coccidies-Grégarines ; Mesnil, Schaudinn, et à leur suite la plupart des auteurs (1), les groupent avec les Cnidosporidies.

Or Léger et Duboscq (2) montrent que rien ne permet ce dernier rapprochement. Les trois caractères sur lesquels s'appuyait Minchin (3) pour l'opérer : formation des spores pendant la phase trophique, parasitisme intracellulaire, existence d'une capsule polaire, sont vagues ou inexistants.

Les "spores" des Sarcosporidies sont pour Léger et Duboscq (4), non des spores, mais des mérozoïtes et n'ont rien de commun avec les spores des Myxosporidies.

Alexieff (5) compare ces corpuscules à des Hémogrégarines qui, au lieu de pénétrer dans une hématie pénétreraient dans une cellule musculaire : même forme, même structure du noyau à gros grains de chromatine, mêmes grains métachromatiques, même striation de l'extrémité.

Sans doute la place des Sarcosporidies restera douteuse tant qu'on ne connaîtra pas leur cycle complet, mais déjà on peut affirmer qu'elle n'est pas avec les Cnidosporidies.

Celles-ci constituent pour Léger et Duboscq (6) une classe

---

(1) (Doflein : Lehrbuch, 1911 ; Minchin : Zoology Lankester 1903, et Introduction 1911, etc.)

(2) (l.c., p. 219.)

(3) (1903, p. 308.)

(4) (l.c., p. 220.)

(5) (A.Z.E., LI, 1913, p. 560)

(6) (l.c., p. 220.)

spéciale, même un embranchement du règne des Protistes[1] car ils démembrent complètement les Sporozoaires, restreignant ce nom aux Rhabdogeniæ. Mais de plus ils insistent comme Hartmann[2] sur la parenté de ces Rhabdogeniæ avec les Flagellates : nous avons vu des Coccidies à blépharoplaste (Selenococcidium), des Hæmosporidies à rudiment de flagelle (Proteosoma), même rudiment de membrane ondulante (mérozoïte de Pfeifferinella). L'existence de microgamètes flagellés chez les Coccidies et Grégarines indiquerait aussi une descendance de Flagellés. Réciproquement nous verrons des Flagellés parasites acquérir la forme grégarinienne quand ils se fixent à l'épithélium (Leptomonas). Léger et Duboscq vont jusqu'à retirer des Sporozoaires les Gymnosporidies pour les mettre parmi les Flagellates avec les Babesia, qu'ils rapprochent des Leishmania. Mais cette séparation des Gymnosporidies d'avec les Hæmogrégarines est certainement arbitraire : ils le reconnaissent eux-mêmes (p. 221.). Ces formes de transition indiquent seulement une parenté plus étroite, peut-être une descendance des Rhabdogeniæ de Flagellates.

De quels Flagellates peut-on faire dériver ces êtres? Bütschli[3], puis Alexeieff[4] les font descendre des Euglériens, Mais Léger et Duboscq[5], de Beauchamp[6] repoussent cette filiation, trouvant les Euglériens trop diffé-

---

(1) Cépède (C.R. Ac. Sci. CLVI, 1913, p. 576.) fait aussi de ses Cytopleurospora (nos Cnidosporidies) un embranchement spécial.

(2) (A. Prot. X, 1907, p. 144.)

(3) (Bronn, I, p. 807.)

(4) (A.Z.E., (5), X, 1912, p. LXXXI,)

(5) (A.Z.E., (5), V, p. 226.)

(6) (A.Z.E, (5), VI, p. LVIII.)

17e L.

renciés. C'est plutôt des Protomonadines ou Oligomastigines qu'on peut supposer la descendance.

Quant aux Cnidosporidies, rien ne permet de les rapprocher des Flagellates ; tout au contraire les rapproche des Rhizopodes.

Comme on le voit il n'y a à peu près rien de commun entre les Rhabdogeniæ et les Amœbogeniæ et leur rapprochement, dans une classe unique, est fort artificiel. C'est seulement par respect pour la tradition que nous conserverons les Sporozoaires comme une classe, caractérisée par l'absence, à l'état adulte, d'appareils de propulsion ou de préhension, le parasitisme, l'existence très générale de spores à parois résistantes, d'où sortent des sporozoïtes.

Nous le diviserons en deux sous-classes:

1° Rhabdogeniæ Delage et Hérouard ; sporozoïtes à forme définie, affinités flagellées.

2° Amœbogeniæ Delage et Hérouard, ou Cnidosporidia : sporozoïte amiboïde, spores à paroi cellulaire, affinités rhizopodiennes.

3ème Classe Flagellata (Ehrenberg) Cohn (=Mastigophora Diesing)

Le célèbre mémoire de Schaudinn[1], déja cité, a in-

(1) (Arb. Gesundh. XX, 1904, p. 387.)

troduit dans le cycle évolutif de Leucocytozoon Ziemanni des stades Spirochète, qu'il considérait comme des trypanosomes très allongés: de là l'idée de rapprocher les Spirochètes des Flagellates. Doflein [1] fait de ces êtres des sortes de Flagellates inférieurs pour lesquels il créé le groupe des:

Proflagellata Doflein.

Le nom de

Spirochæta a été créé par Ehrenberg en 1838 pour S. plicatilis Ehrbg. forme libre vivant surtout dans l'eau chargée d'hydrogène sulfuré par des Algues en putréfaction.

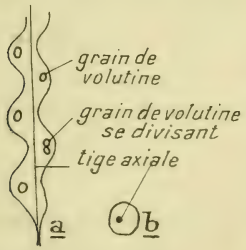


Fig. 262. Spirochæta plicatilis Ehrbg. (d'ap. Zuelzer.)

Mme Margareta Zuelzer [2] a trouvé que l'addition d'hydrogène sulfuré favorise le développement des cultures de cet être, qui est presque anaérobie.

Il a la forme d'un tire-bouchon de 100 à 200, quelquefois 500 μ de longueur, à section circulaire (fig. 262 b) A l'intérieur existe une tige chromatique rectiligne, flexible, située dans l'axe de la spirale. Le protoplasme renferme une seule série de vacuoles [3]. Dans chaque ondulation, on voit un grain creux de volutine, se divisant parfois: ces grains représenteraient un noyau "en puissance": il n'y a pas d'autre corps nucléaire. La tige se termine a une extrémité par un bouton arrondi. Cet être ne nage pas: il pro-

(1) (Lehrbuch, 1911, p. 347.)
(2) (A. Prot. XXIV, 1911, p. 4.)
(3) (Zuelzer, non figuré.)

gresse sur la vase avec des mouvements de vis, indifféremment dans les deux sens. Par moments il a des mouvements rapides de courbure ou d'enroulement sur lui même. Il est très flexible dans son ensemble. Mais la spire ne se déroule jamais.

Il se multiplie par division, toujours transversale : la tige axiale s'épaissit en un point, se coupe, puis le corps s'étire, comme une tige de verre qu'on fond à la lampe. On a constaté aussi une fragmentation rapide du corps, par une sorte de division multiple.

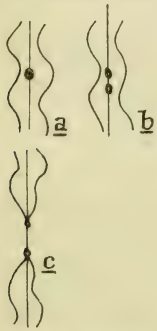


Fig. 263. Spirochæta plicatilis, division.

Cristispira Gross (1) a été créé pour Trypanosoma Balbianii, décrit par Certes (2) dans le tube digestif et la tige cristalline d'Acéphales. La forme est analogue, mais l'être est plus petit (70 μ environ) ; il n'a pas de tige axile, mais seulement une crête longitudinale saillante, sorte de membrane ondulante, peu développée, sans flagelle chromatique au bord (fig. 264, a, b) (Zuelzer)

Cependant Annie Porter (3) décrit et figure dans cette membrane un bord chromatique et des myonèmes longitudinaux (4). A une extrémité se trouverait un grain basal double (fig. 264. c). Les observations de A. Porter ont été faites à l'ultra-microscope. L'action du sublimé, ou la dessication, font apparaître une structure en cham-

(1) (Mt. Neapel, XX, 1910, p. 42.)
(2) (Bull. S. Z. F. VII, 1882, p. 351.)
(3) (A.Z.E. (5), III, 1909, p. 5.)
(4) Cf. Perrin (A. Prot. VII, 1906, p. 136.)

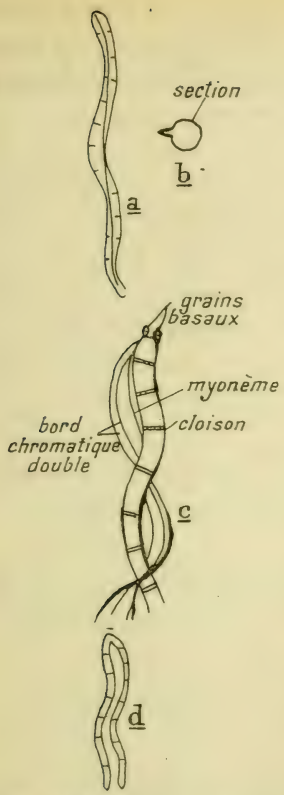


Fig. 264. Cristipira Balbianii (Certes)
a, d'ap. Zuelzer;
b. d'ap. Porter;
c. d'ap. Gross.

bres successives, dans une membrane élastique très nette. Il y a des granulations chromatiques dans les cloisons: elles représentent un noyau diffus[1]. Cet être se multiplie par division transversale; mais au moment de se couper il se courbe en deux (d), ce qui a fait croire à une division longitudinale.[2] La section se fait dans l'épaisseur d'une cloison, qui s'épaissit et se dissout au son milieu.

Treponema Schaudinn a été créé pour T. pallida, de la syphilis.

Ce nom est antérieur de quelques jours[3] à Microspironema Pfender. Vuillemin[4] avait proposé le nom de Spironema, mais ce nom est préoccupé par un Gastéropode fossile (Meek, 1864.) et par un Flagellate (Klebs, 1892). Gross[5] regarde néanmoins Spironema comme valable parce que, pour lui, les Spirochètes sont des Végétaux et que par suite l'homonymie peut être admise.

Mais Duboscq et Lebailly[6] sont d'avis que, la place des Spirochètes étant dou

---

(1) (Zuelzer p. 27)

(2) A. Porter croit qu'il peut y avoir réellement division longitudinale.

(3) (Deutsch. Med. Wochenschr. 26 octobre 1905, au lieu de 2 décembre 1905)

(4) (C.R. Ac. Sci. CXL, 1905, p. 1567.)

(5) (A. Prot. XXIV, 1911, p. 110.)

(6) (A.Z.E., (5), X, 1912, p. 362.)

teuse, il faut éviter l'homonymie aussi bien avec les animaux qu'avec les végétaux, en quoi on ne peut que les approuver. Il faudrait faire de même, d'après eux, pour tous les Protistes. L'adoption du nom de Schaudinn coupe court à toutes ces difficultés.

Treponema pallida Schaudinn est encore un être spiralé, de 6 à 15 μ de longueur, à section ronde, mais avec des prolongements filiformes de la couche externe aux 2 bouts : celà simule des flagelles et existe aussi chez certaines Bactéries. Ce parasite envahit tous les tissus, grâce à une "porte d'entrée". Il n'existe que chez l'Homme et est transmissible au fœtus par les membranes fœtales. Le mercure, l'atoxyl, sont les médicaments en usage contre la syphilis.

Fig. 265. Treponema pallida Schaudinn.

Il existe encore d'autres Trepanèmes parasites, mais ils sont alors en bandelette plate et leurs ondulations sont dans un plan.(1)

Tels sont : T. dentium Hoch, de la bouche (tartre), qui a été cultivé en culture pure.

T. recurrentis Lebert, du sang de l'Homme, où il cause la fièvre récurrente. Transmis par les Punaises et les Argas.

T. gallinarum Blanchard de la Poule, au Brésil; transmis par les Argas. Hindle(2) a montré qu'il se résout en corps coccoïdes sphériques, qui se développent seulement chez l'Argas.

T. Duttoni Novy et Knapp, de la fièvre des tiques d'Afrique. Transmis à l'Homme par Ornithodorus moubata. On a vu sa partie axiale se résoudre en corps coccoïdes

(1) (Zuelzer, p. 48.)
(2) (Parasitology, IV, 1912, p. 463.)

Fig. 266. a. Treponema Duttoni; b. Saprospira grandis Gross, se résolvant en corps coccoïdes.

(fig. 266, a) et sortir par rupture de la paroi.

Saprospira Gross [1], saprophyte, se résout tout entier en corps coccoïdes, par gélification de l'épaisseur des cloisons. (b).

Les rapports de ces êtres sont très discutés: Doflein en fait des Proflagellés, A. Porter les rapproche aussi plutôt des Protozoaires, tandis que Minchin [2] les en éloigne et que Laveran et Mesnil [3], Gross en font des Bactéries.

Les différences avec les Bactéries sont surtout la flexibilité, la faiblesse de la membrane, la différenciation en tige axile et crête, quand elles existent. Mais d'autre part les Spirochètes diffèrent des Flagellates par leur division transversale, la progression dans les deux sens, l'épaisseur de la membrane chez certains, l'absence de noyau différencié. Ils n'ont à coup sûr rien de commun avec les Trypanosomes, dont ils ne présentent nullement l'appareil nucléaire et flagellaire si spécial. Enfin la formation des corps coccoïdes est radicalement différente de tout ce qui a lieu chez les Flagellates et rappelle au contraire la formation des spores des Bactéries. Dobell [4] examine 13 caractères et en trouve 9 communs avec les Bactéries: les caractères bactériens ont donc la majorité. En somme les Spirochètes sont plutôt des végétaux que des Protozoaires.

---

(1) (Mt. Neapel, XX, 1911, p. 193.)
(2) (Introduction p. 469.)
(3) (C.R. Soc. Biol. LIII, 1901, p. 883.)
(4) (P. Roy. Soc. London, Ser. B, LXXXV, p. 186.)

Passons maintenant aux :

Flagellata s. str.

Ce sont des Protozoaires pourvus d'un flagellum, à l'état adulte. L'ectoplasme est rarement bien distinct, mais il est d'ordinaire représenté par une mince membrane externe, ou périplaste. Ils ont pour la plupart une vésicule pulsatile. Ils peuvent présenter quelquefois des pseudopodes.

D'ailleurs le flagellum parait bien n'être qu'un pseudopode modifié. Dujardin le pensait déja [1]? Dangeard [2] a vu chez une Cercomonas la métamorphose d'un pseudopode en flagellum et Goldschmidt [3] décrit chez une autre Cercomonas la transformation d'un flagelle en pseudopode. Les axopodes, partant d'un grain central, des Héliozoaires, sont presque des flagelles.

Nous savons que les flagelles sont des prolongements peu nombreux, longs, battant isolément et souvent en mouvement cônique.

Lankester [4] distingue deux sortes de flagelles : les tractella, dirigés en avant (fig. 267, a) et les pulsella en arrière (b).

Les tractelles travaillent en attirant le corps.

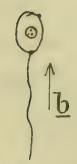


Fig. 267. Tractellum et pulsellum.

MM. Delage et Hérouard ont donné une théorie très ingénieuse de ce mouvement : le flagelle

(1) (Hist. nat. des Zoophytes, 1841, p. 43.)
(2) (Le Bot. XI, 1910, p. 113.)
(3) (A. Prot. Suppl. I, 1907, p. 116-122.)
(4) (apud Wilby et Hickson, Zoology Lankester, I-1, p. 158.)

aurait toujours la forme d'une spirale et se mouvrait suivant un cône; la théorie montre que dans ces condition il y a traction vers la base du cône[1]. D'après Uhlela[2] le flagellum agirait au contraire surtout par des ondulations latérales et non par un mouvement cônique. Ce serait une godille plutôt qu'une hélice.

Fig. 268. Pulsellum de Choanoflagellate

Les pulsellés sont bien plus rares que les tractelles. Ils existent cependant chez les Choanoflagellés ou Flagellatés à collerette (fig. 268).

Chatton[3] en conclut que les Choanoflagellates sont les ancêtres des Métozoaires, dont les spermatozoïdes ont typiquement le même flagelle. En effet, d'après Léger et Duboscq[4] le spermatozoïde a dû garder des caractères primitifs, car sa vie très courte le met à l'abri des adaptations. Cependant il faut reconnaître que les Choanoflagellés sont bien différenciés pour avoir une aussi longue descendance. Et puis l'action anormale du flagellum pourrait avoir pour cause précisément la collerette, qui génerait le mouvement en avant.

Fig. 269. Gubernaculum et membrane ondulante: *celle-ci représentée striée.*

Il arrive aussi qu'il y a un flagelle en avant tirant le corps, et un dirigé en arrière, mais inséré en avant, qui sert de gubernaculum (fig. 269, a).

(1) (Voy. Traité, I, p. 307.)
(2) (Biol. Centrlbl. XXXI, 1911, p. 645, 657, 689, 721.)
(3) (Bull. Sci. France-Belgique. XLIV, 1910, p. 328.)
(4) (A.Z.E. (5), V, 1910, p. 224.)

Si un pareil flagellum, en longeant le corps, contracte des adhérences avec celui-ci, il détermine la formation d'une membrane ondulante, reliant le flagelle au corps, et ondulant avec le flagelle (b). Ce genre d'adaptation paraît propre aux animaux vivant dans un milieu encombré, comme le sang.

Le flagelle est formé d'un filament chromatique, entouré d'une gaine protoplasmique contractile. A sa base, il est en rapport, par un filament appelé rhizoplaste,[1] avec le noyau (fig. 270, b), ou avec un grain chromatique, dit blépharoplaste (a). Dans l'un et l'autre cas, il peut s'ajouter, au point où le flagelle s'insère sur le corps, un grain basal spécial. Autour du rhizoplaste il y a parfois une différenciation spéciale du protoplasma, le zeugoplaste (b)[2]. Le rhizoplaste peut avoir une valeur très différente : c'est tantôt

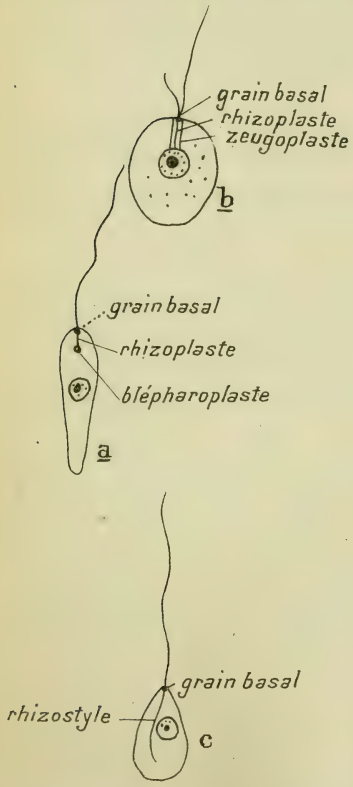


Fig. 270. Rapports de flagellum.
a. Leptomonas jaculum Léger (d'ap. Berliner)
b. Monas guttula Ehrbg. (d'ap. Prowazek)
c. Rhizomastix gracilis Alexeieff (d'ap. Alexeieff)

(1) Dangeard (Le Bot., VIII, 1901, p. 36.)

(2) Prowazek (A. Prot. II, 1903, p. 198.) (zygoplaste).

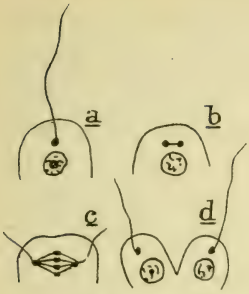


Fig.271. Schéma de la division.

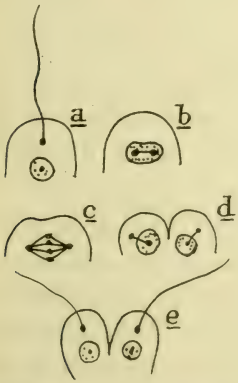


Fig.272. Schéma de la division.

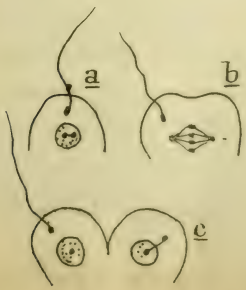


Fig.273. Schéma de la division

un simple prolongement interne du flagellum vers le noyau, sans signification spéciale; tantôt le reste d'une jonction primitive entre le grain basal et le noyau.

Alexeieff (1) distingue encore sous le nom de rhizostyle un prolongement interne du flagelle, se perdant dans le cytoplasma sans s'arrêter au noyau (c). Cette formation est, d'après lui, distincte d'un axostyle, qui est de nature squelettique et sert à donner au corps de la rigidité.

Le blépharoplaste aussi peut avoir une valeur différente. Minchin (2) distingue 4 cas:

1° le blépharoplaste est le centriole même (fig. 271, a). A la division, le flagelle disparait; le blépharoplaste se divise par étranglement (b), joue le rôle de centriole dans la mitose (c), puis reforme les flagelles à partir de lui (c, d). Exemple: Mastigella (3).

Quand le flagelle paraît partir du noyau, c'est sans doute que le centriole est dans le noyau, ou tout contre lui. Exemple Mastigina (4).

2° le blépharoplaste est indépendant du centriole, mais en dérive. Alors:

---

(1) (A.Z.E. (5), VI, 1911, p. 503.)

(2) (Introduction, p. 82.)

(3) (Goldschmidt; A. Prot. Supp. 1, 1907, p. 106.)

(4) (Goldschmidt; l. c. p. 112.)

a) ou bien, à la division (fig. 272, a), flagelle et blépharoplaste disparaissent (b) et les centrioles-filles, après la mitose, se divisent (d): une moitié devient le centriole définitif, l'autre devient le nouveau blépharoplaste (e). Exemple: Spongomonas (avec 2 flagelles [1]: alors le nouveau blépharoplaste, aussitôt formé, se redivise en deux, un pour chaque flagelle. Les flagelles peuvent apparaître, même avant la division du blépharoplaste.);

b) ou bien blépharoplaste et flagelle persistent et restent dans une des cellules-filles (fig. 273, b). Le centriole, après division, forme seulement le blépharoplaste de l'autre individu (c).

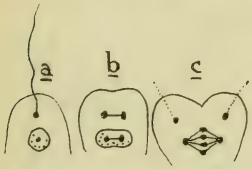


Fig. 274. Schéma de la division.

3º Le blépharoplaste peut être entièrement indépendant du centriole (fig. 274, a); si le flagelle disparaît, il se divise indépendamment du noyau (b), avant ou après lui, et deux nouveaux flagelles se forment à partir des deux blépharoplastes-filles (c). Si le flagelle persiste dans un des individus (fig. 275, a), le blépharoplaste en bourgeonne un autre (fig. 275, b), à partir duquel se forme le flagelle de l'autre individu (c) Exemple: Polytomella Aragão (avec 4 flagelles) [2].

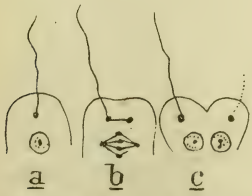


Fig. 275. Schéma de la division.

4º Enfin le blépharoplaste peut avoir lui même la valeur d'un second noyau, se divisant par mitose en même temps que le vrai noyau. C'est le cas des trypanosomes que nous étudierons bientôt. Alors chaque noyau paraît avoir un centriole.

Dans tous les cas il semble bien que le flagelle ne se divise jamais: il est reformé à partir du blépharoplaste.

---

(1) (Hartmann et Chagas; Mem. Cruz. II, 1910, p. 79.)
(2) (Aragão, Mem. Cruz. II, 1910, p. 53.)

Le blépharoplaste semble donc jouer un rôle capital dans la formation du flagelle. On a pensé aussi qu'il présidait à ses mouvements. Pourtant on a vu des flagelles détachés continuer à battre.

D'une façon générale, le blépharoplaste est le centriole, ou en rapport avec le centriole, et par suite avec le noyau. Schaudinn dans le mémoire célèbre, déjà cité, a décrit la formation de tout l'appareil flagellaire aux dépens du noyau chez Hæmoproteus noctuæ : le flagel-

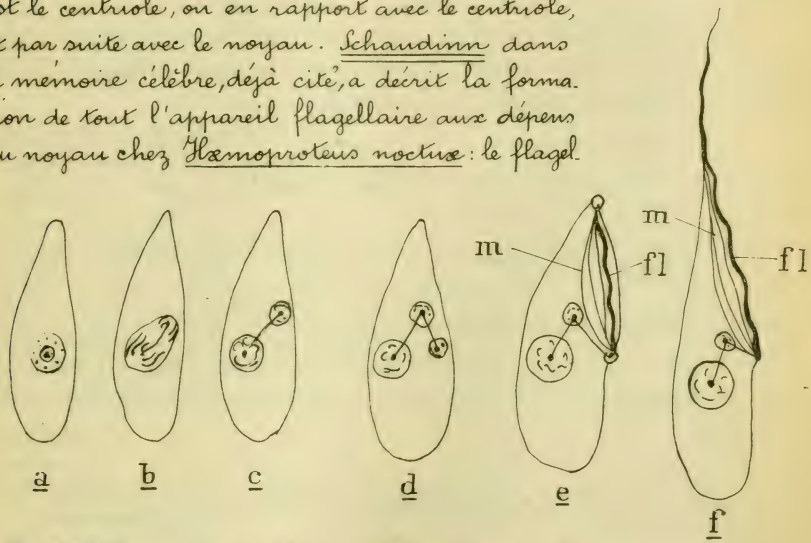


Fig. 276. Formation de l'appareil flagellaire de Trypanosoma (Hæmoproteus) noctuæ. C. et S.-F, d'après Schaudinn. — a, b, c, *formation du* kinétonucléus ; d, *division de celui-ci* ; e, f, *formation du* flagelle, fl, centrodesmose *devenant* le flagelle ; m, fibres fusoriales *devenant des myonèmes*.

le serait une centrodesmose (fig. 276). Malheureusement ses observations sur cet animal sont si discutées qu'il est prudent de se tenir sur la réserve, même dans ce cas particulier. Pourtant Jollos[1] a vu quelque chose d'analogue chez un Dinoflagellé (voir plus loin). Il ne faut pas oublier que,

(1) (A. Prot. XIX, 1910, p. 187)

d'une façon générale les rapports du blépharoplaste avec le centriole n'ont été vus que dans des cas particuliers et en somme assez exceptionnels. Cela rend difficile l'adoption de ces rapports comme critérium de classification, ainsi que le proposent Hartmann et Chagas[1] après Prowazek[2].

Les Flagellates, sauf de rares exceptions se divisent en long, d'ordinaire à l'état libre, quelquefois sous un kyste. Il est rare qu'il y ait division multiple.

La conjugaison n'a été vue avec certitude que chez certains Eugléniens et chez les Phytoflagellés.

Les Flagellates, plus encore que les Rhizopodes, sont souvent difficiles à séparer des végétaux, dont un grand nombre présentent le mode de nutrition habituel, holophytique. Nous conviendrons avec Delage et Hérouard de mettre parmi les végétaux, les êtres qui perdent leur flagelle à l'état adulte.

Classification

Les Flagellates se divisent assez naturellement en 3 sous-classes :

1° **Euflagellata** : Flagellates proprement dits, normaux en quelque sorte.

2° **Dinoflagellata** : deux flagelles, dont un transversal qui les fait tourner sur eux-mêmes.

3° **Cystoflagellata** : gros animaux portant un prolongement épais, sorte de tentacule assez différent d'un

---

(1) (Mem. Cruz. II, 1910, p. 113.)

(2) (A. Prot. II, 1903, p. 195.)

flagelle.

On peut y ajouter deux petits groupes :

4° Silicoflagellata : à squelette siliceux spécial, qui s'intercalent après les Euflagellata.

5° Catallactes, groupe aberrant : individus rappelant une cellule ciliée de Métazoaire.

1ère Sous-classe Euflagellata

Flagellates proprement dits ou normaux. 3 ordres :

1° Monadina : pas de bouche préformée, mais un lieu d'élection pour l'ingestion des aliments ;

2° Euglenida : une bouche et un pharynx ;

3° Phytoflagellata : pharynx rudimentaire ou nul, alimentation holophytique.

Il va s'en dire que ces distinctions n'ont rien d'absolu.

1er Ordre Monadina Bütschli (emend. Delage et Hérouard)

Corps déformable, parfois poussant des pseudopodes ; pas de bouche préformée, d'ordinaire ; du moins pas de pharynx. Tégument très mince.

La classification de ce vaste groupe, assez vague, est toute provisoire et encore fort discutée.

Delage et Hérouard reconnaissent 3 sous-ordres :

1° Oligomastigina : un fouet principal, seul ou avec un ou deux fouets accessoires ; ou deux flagelles égaux, tous dirigés en avant.

2° Heteromastigina (Heteromastigoda Bütschli)[1] : un fouet

(1) (ἕτερος, différent.)

dirigé en avant et un (ou deux) en arrière, servant de gubernaculum. Klebs, Doflein, Minchin, en général la plupart des auteurs réunissent ces deux sous-ordres en un seul, sous le nom de Protomonadina.

3° Polymastigina Bütschli emend. Klebs : plus de 3 flagelles.

Parmi les Oligomastigina, Delage et Hérouard font 2 tribus :

1° Aeraspedia : pas de collerette (1)

2° Craspedia (Choanoflagellata Kent), une collerette entourant la base du flagelle. Beaucoup d'auteurs séparent plus ou moins complètement ce petit groupe des autres Monadines, dont il se distingue en effet nettement. Willey et Hickson en font même une sous-classe spéciale, les autres Monadines étant réunies sous le nom de Lissoflagellata (2). Nous nous contenterons d'en faire un sous-ordre.

Nous adopterons le groupement :

1er sous ordre Protomonadina : 3 fouets au plus, pas de collerette ;

2° Choanoflagellata (= Craspedia) : un fouet, une collerette ;

3° Polymastigina : plus de trois fouets.

1er Sous-ordre Protomonadina

(= Oligomastigina Delage et Hérouard + Heteromastigina D. et H. - Craspedia D. et H.)

Toutes les difficultés ne sont pas encore levées car nous rencontrons d'abord un petit groupe intermédiaire, dont Doflein fait une annexe des Flagellates et Minchin un ordre à part, les Pantostomina (Introduction p. 268.) Nous en ferons une tribu sous le nom de :

---

(1) (ἄ, privatif ; κράσπεδον, frange, bord.)

(2) (λισσός, lisse, sans collerette.)

1ère Tribu Rhizomastigina Bütschli.

Intermédiaires entre Rhizopodes et Mastigophora ou Flagellates : amboïdes, tout à fait semblables à des Amibes, capturant les proies à l'aide de pseudopodes, mais avec un flagellum qui paraît surtout tactile. Il n'y a pas de lieu d'élection déterminé pour l'ingestion des proies; pourtant elle se fait surtout vers le point opposé au flagellum.

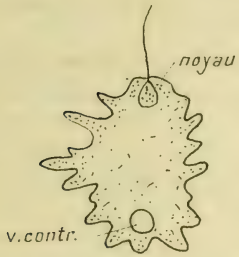


Fig. 277. Mastigamœba aspera (F.E. Schulze)

Mastigamœba F. E. Schulze (fig. 277), à longs pseudopodes; flagellum en rapport avec le noyau, qui est parfois étiré sous l'action du tractellum [1]. Il y a un grain basal tout contre le noyau, qui présente au point de contact une plaque, se colorant plus fortement que le reste. Du grain basal part un prolongement (quelquefois plusieurs) qui se perd dans le plasma : c'est un rhizoplaste, ou mieux rhizostyle (fig. 278.) Noyau à caryosome, se divisant par mésomitose. Eau douce, atteint 0mm,1.

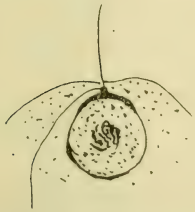


Fig. 278. Mastigina setosa Goldschmidt; insertion des flagelles (d'ap. Goldschmidt)

Mastigina Frenzel s'en distingue par l'absence de longs pseudopodes,

(1) Penard. (Rev. Suisse Zool. XVII, 1909, p. 413.)

18 et 2.

remplacés par des déformations générales du corps. Même rapports du flagelle avec le noyau[1].

Mastigella Trenzel (fig. 279.) a son flagelle en rapport avec un blepharoplaste allongé, peu net, par un rhizoplaste et un zeugoplaste en cornet[2]. Goldschmidt[3] a décrit un cycle évolutif complexe, avec formation de cellules endogènes et conjugaison. Hartmann[4], Dangeard[5], Alexeieff[6], pensent qu'il a été trompé par des parasites intracellulaires. La division est une mésomitose, passant à la fin à la métamitose, soit à l'état libre, soit sous un kyste, après perte du flagelle. Eau douce, 150 μ.

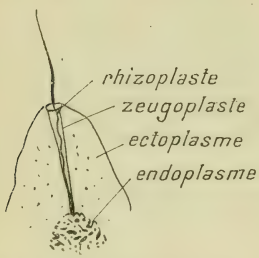


Fig. 279. Mastigella vitrea Goldschmidt.

Dimastigamoeba Blochmann, à deux flagelles dont l'un dirigé en arrière, se place peut être ici, à moins que ce ne soit un stade flagellé d'Amibe limax.

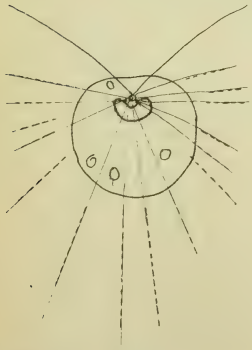


Fig. 280. Dimorpha nutans Grube (d'ap. Schouteden)

Est-ce ici qu'il faut placer:

Dimorpha Grube[7], sorte d'Héliozoaire avec deux flagelles égaux, antérieurs, par-

---

(1) Goldsmidt (A. Prot. Suppl. 1907, p. 112.)

(2) Goldschmidt (A. Prot. Suppl. I, 1907, p. 106.)

(3) (Ibid. p. 127.)

(4) (Biol. Centrlbl. XXIX, 1909, p. 503.)

(5) (Le Bot. XI, 1910, p. 103.)

(6) (Bull. S.Z.F., XXXVII, 1912, p. 153.)

(7) (δίμορφος, à deux aspects.)

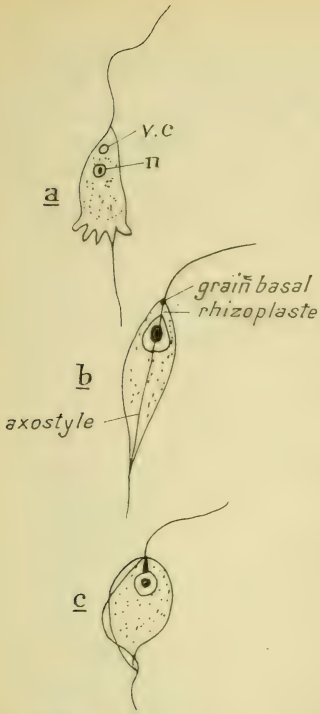


Fig. 281. a. Cercomonas crassicauda Duj. (d'ap. Stein)
b. C. parva Het Ch. (d'ap. Hartmann et Chagas)
c. C. crassicauda Duj. (d'ap. Alexeief)

tant comme les axostyles d'un grain central, situé contre le noyau. Celui-ci est creusé en cupule et perforé par le axostyles qui sont permanents. L'un des flagelles sert à fixer l'animal [1]. Plusieurs vésicules contractiles. Eau douce: C'est une forme de passage des Flagellatés aux Héliozoaires.

2ème Tribu Protomonadina s. str.

Cercomonas Duyardin [2].

Un seul flagelle, et un prolongement postérieur en forme de queue, contenant un filament axial qui continue le rhizoplaste (fig. 281, b) [3]. Vacuole pulsatile antérieure, absorption à la base du flagelle. Souvent des pseudopodes vers la base de la queue (a). Mais nous avons vu dans ce genre des stades de transition entre pseudopode et flagelle.

D'autre part Wenyon [4] et Alexeieff [5] y trouvent deux flagelles dont

(1) Schouteden (A. Prot. IX, 1907, p. 110.)
(2) (κέρκος, queue ; μονάς, monade.)
(3) Hartmann et Chagas (Mem. Cruz. II, 1910, p. 68.)
(4) (Q. J. Micr. Sci. LV, 1910, p. 241.)
(5) (C. R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 507 et A. Z. E. (5), VI, 1911, p. 512.)

un dirigé en arrière (c) ; il faudrait alors mettre ces êtres auprès des Bodo, et le genre Cercomonas devient impossible à caractériser. Aussi Willey et Hickson[1] sont-ils d'avis de le supprimer, "la confusion qui l'entoure ne pouvant être éclaircie". Il y aurait des formes libres d'eau douce et des parasites, notamment dans le tube digestif de l'Homme.

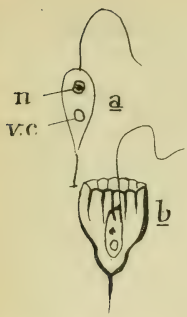


Fig. 282. a. Oikomonas mutabilis Kent
b. Codonœca costata J Clark (d'ap. Kent)

Oikomonas Kent[2], peut se fixer par une queue (fig. 282, a). Eau douce.

Codonœca J. Clark.[3] sécrète autour d'elle une cloche gélatineuse, fixée. (fig. 282, b)

Bicosœca J. Clark[4] (= Bikœca Stein) (fig. 283, a) ; un flagelle accessoire, un prolongement en forme de mufle ; fixé par un prolongement né à la base des flagelles et comparable à un flagelle récurrent. C'est encore une forme de passage aux Bodo. Une coque transparente, traversée par le prolongement fixateur. Mer et eau douce.

Poteriodendron Stein[5] (= Stylobryon Fromentel) (fig. 283, b) est un Bicosœca colonial : les jeunes se fixent à la coque du parent.

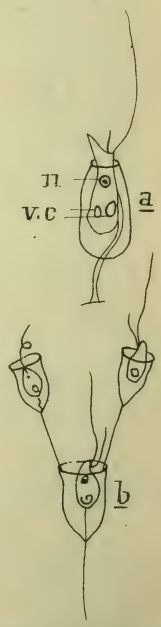


Fig. 283. a. Bicosœca lacustris J. Clk.
b. Poteriodendron petiolatum (Dujardin).

---

(1) (Zoology Lankester, 1,1, p165, note.)

(2) (ἔοικα, je ressemble ; μονάς, monade.)

(3) (κώδων, cloche ; οἰκέω, habiter.)

(4) (βῖκος, vase à vin.)

(5) (ποτήριον, coupe ; δένδρον, arbre.)

Puis vient le groupe des Monades proprement dites, que Alexeieff range toutefois parmi les Chrysomonadeo[1]

Monas[2] Ehrbg. emend. Stein; avec un (peut être deux) fouet accessoire, partant du même grain basal que le principal. Un rhizoplaste le relie au noyau, et le tout se reforme, à partir du noyau, à chaque division. Celle-ci est une métamitose[3] Une vésicule pulsatile. On a décrit une conjugaison sous kyste, mais on n'a pas vu nettement la fusion des deux individus. Eau douce.

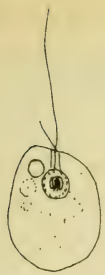


Fig. 284. Monas vulgaris (Fisch) (d'ap. Alexeieff)

Dendromonas Stein (fig. 285), Monade coloniale: lors de la division, les individus restent en rapport entre eux par un pédoncule rigide, hyalin. Eau douce.

Fig. 285. Dendromonas virgaria (Weisse) (d'ap. Kent)

Anthophysa Bory de Saint-Vincent (fig. 286.)[4] individus restant réunis en capitules sphériques, au sommet de pédi-

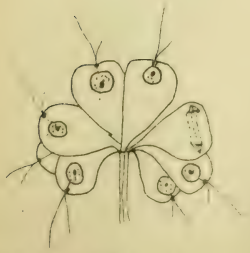


Fig. 286. Anthophysa vegetans (Mull.) (d'ap. Dangeard)

---

(1) (Bull. S.Z.F., XXXVI, 1911, p. 96.)
(2) (μονάς, unité.)
(3) (Cf. Dangeard. Le Bot. XI, 1910, p. 145.)
(4) (ἄνθος, fleur; φῦσα, vésicule.

Fig. 287. Spongomonas uvella Stein.

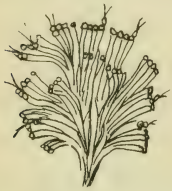


Fig. 288. Rhipidodendron splendidum Stein

cules chitinoïdes, qui sont un produit de sécrétion. Dangeard [1] y a signalé un point oculiforme, près de la base du flagelle, et une autogamie sous un kyste [2]; mais il n'a pas vu dans ce cas la division du noyau. La division normale est une mésomitose [3]. Les individus peuvent parfois devenir libres. Eau douce, 30 μ.

Spongomonas Stein (fig. 287.) [4] monades à fouets égaux, noyées dans une masse gélatineuse commune, Eau douce.

Rhipidodendron Stein (fig. 288.) [5]. La sécrétion de chaque individu forme un tube et l'ensemble un éventail. Eau douce; (jusqu'à 3 mm.)

Trypanosomidæ

Vient alors la famille des Trypanosomides. Leur principal caractère est d'avoir un blépharoplaste très développé et ayant, semble-t-il, la valeur d'un second noyau ou kinétonucléus. Ils n'ont pour la plupart qu'un seul flagellum, ou quelquefois deux égaux.

---

(1) (Le Bot. XI, 1910, p. 151.)
(2) (p. 160.)
(3) (Ibid. p. 152.)
(4) (σπόγγος, éponge.)
(5) (ῥιπίς, éventail; δένδρον, arbre.)

Genres: La forme centrale du groupe est le genre: Leptomonas[1] créé par Saville Kent[2] pour L. Bütschli, parasite du tube digestif d'un Nématode d'eau douce (Trilobus gracilis Bast.) et jamais revu depuis.

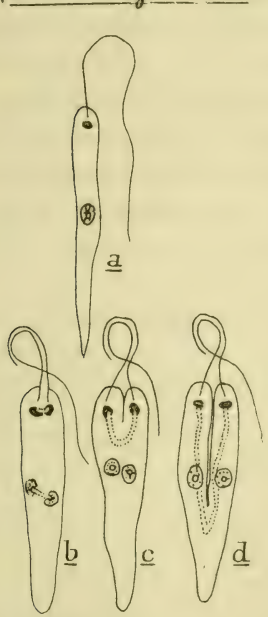


Fig. 289. Leptomonas drosophilæ, Chatton et Alilaire (d'ap. Chatton et Léger)

Mais d'autres espèces ont été rapportées à ce genre (fig. 289, a). Ce sont des êtres allongés, pourvus d'un seul flagellum partant d'un kinétonucléus très chromatique, situé tout à fait en avant. Ces êtres se multiplient par division longitudinale[3]. Il en existe dans le tube digestif d'un grand nombre d'Insectes, généralement non piqueurs. Pourtant une espèce (L. Davidi Lafont), se trouve dans le latex d'Euphorbiacées de l'île Maurice, de l'Afrique occidentale et du Portugal: elle est transportée par des Hémiptères[4].

Herpetomonas[5], créé par

---

(1) (λεπτός, étroit; μονάς, monade.)

(2) (Man. of Infusoria, 1880-81, I, p. 243.)

(3) Entre les 2 kinétonucléus-filles persiste quelque temps un axoplaste difficile à voir (Chatton et Léger, C.R. Soc. Biol., LXXI, 1911, p. 577.) fig. 289, b, c, d.)

(4) Bonnet et Roubaud, (C.R. Soc. Biol. LXX, 1911, p. 55.); França (Bull. Soc. path. exot. IV, 1911, p. 532 et 669.)

(5) (ἑρπετός, rampant.)

Fig.290. Herpetomonas muscæ domesticæ (Burnett) (d'ap. Prowazek)

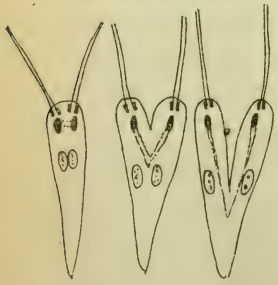


Fig.291. Division de Herpetomonas (d'ap. Chatton)

S. Kent [1] pour un parasite du tube digestif de la Mouche, H. muscæ-domesticæ (Burnett). Prowazek [2], Chatton et Alilaire [3], Roubaud [4] et autres, ont proposé de réserver ce nom de genre aux formes présentant un flagellum double, partant d'un double grain basal, et pourvues d'un rhizoplaste allongé, persistant, qui est la trace de la division du kinétonucléus.

Cette opinion est contestée : d'une part Patton [5] pense que le dédoublement du flagelle et du grain basal est simplement la préparation à la division d'un Leptomonas ordinaire : dans ce cas Herpetomonas devrait tomber en synonymie avec Leptomonas, nom qui serait seul à conserver, car il est décrit par Kent quelques pages avant l'autre. Mais Chatton fait observer que l'état biflagellé est bien l'état normal de cet être, car, lors de la division, on trouve des stades à 4 flagelles [6]. D'autre part, Léger [7], Léger et Duboscq [8],

(1) (l-c, p. 245.)

(2) (Arb. Gesundh. XX, 1904, p. 440.)

(3) (C.R. Soc. Biol. LXIV, 1908, p. 1005.)

(4) (Mission Mal. sommeil, p. 207.)

(5) (A. Prot. XIII, 1908, p. 12.)

(6) (C.R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 579.)

(7) (A. Prot 11, 1903, p. 180.)

(8) (A.Z.E., (5), V, 1910, p. 232, note.)

contestent qu'on ait le droit de reprendre le nom de Leptomonas, dont le type n'a pas été retrouvé.

Fig. 292. Crithidia minuta Léger

Crithidia Léger [1]; créé par Léger [2] pour C. fasciculata, du tube digestif d'Anopheles maculipennis; en général les espèces de ce genre sont parasites du tube digestif d'Insectes suceurs de sang. Mais il est possible que l'espèce-type du genre soit un stade de développement d'un Trypanosome et non une espèce autonome, ce qui jette quelque doute sur la valeur du genre. Quoi qu'il en soit, ce "genre" a pour caractère d'avoir un kinétonucléus situé auprès du noyau principal et d'ordinaire en avant de lui. Entre la base du flagelle et le sommet du corps s'étend un rudiment de membrane ondulante. Ces êtres se multiplient par pannmitose. Ils peuvent s'enkyster et, en cet état, sortir du corps par l'anus.

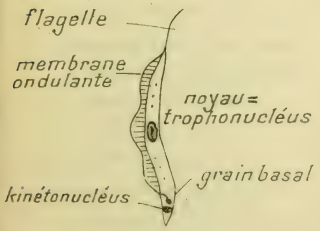


Fig. 293. Trypanosoma Schéma

Trypanosoma [3] créé par Gruby pour un parasite du sérum du sang de la Grenouille, T. rotarium (Mayer), présente son kinétonucleus tout à fait à la partie postérieure du corps, loin du vrai noyau. Sur toute la longueur du corps, s'étend, entre le flagellum et le corps, une membrane ondulante (fig. 293). Un grand nombre d'espèces parasitent le sérum du sang

---

(1) (diminutif de κριθή, grain d'orge.)

(2) (C.R. Soc. Biol. LIV, 1902, p. 354.)

(3) (τρύπανον, tarière; σῶμα, corps.)

des Vertébrés et le tube digestif des Insectes.

Fig. 294. Leishmania (Schéma)

Leishmania Ross, est plus simple. Ce sont des parasites intracellulaires des Vertébrés. Ils se réduisent à une cellule ovalaire, contenant un gros noyau et un kinétonucléus, sans flagelle. La présence du kinétonucléus les différencie des Babesia, avec lesquelles ils ont été d'abord confondus.

Structure. — Le corps de ces êtres est en général allongé. Des myonèmes parallèles à la membrane ondulante se voient chez les grands trypanosomes seulement.[1] La membrane ondulante est un repli du périplaste, qui unit le flagellum au corps. Le noyau présente d'ordinaire un caryosome et souvent un centriole.[2]

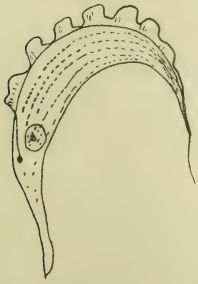


Fig. 295. Trypanosoma mega Dutton et Todd (d'ap. Minchin)

Près de l'origine du flagellum est le gros corps chromatique (centrosome de Laveran et Mesnil.)[3], (blépharoplaste de Schaudinn), que celui-ci[4] considère comme un second noyau. D'ordinaire, il y a de plus, à l'origine même du flagellum, un grain basal distinct (fig. 293.) Dans ce cas Woodcock[5] ap-

(1) Minchin (Introduction p. 58, 284.)
(2) Minchin (Introduction p. 288.)
(3) (C.R. Soc. Biol., LIII, 1901, p. 329 et C.R. Ac. Sci. CXXXIII, 1901, p. 132.)
(4) (Arb. Gesundh. XX, 1904, p. 387.)
(5) (Zoology, Lankester, I-1, p. 214.)

pelle le blépharoplaste de Schaudinn kinétonucléus[1], c'est à dire noyau de mouvement, réservant le nom de blépharoplaste au grain basal: nous avons adopté cette nomenclature. Le noyau vrai peut alors s'appeler trophonucléus[2]. Dans quelques cas le grain basal (blépharoplaste de Woodcock) serait dans le kinétonucléus même[3]. Ce serait le cas de Leishmania tropica qui cause le "bouton d'orient". Cela expliquerait que chez Leptomonas par exemple, le flagellum parte directement du kinétonucléus. Mais le plus souvent ce grain basal est distinct et on ne sait si dans ce cas le kinétonucléus contient un centriole particulier.

Fig. 296. T. Lewisi (d'ap. Alexeieff.)

Chez certains trypanosomes tels que T. Lewisi et T. Brucei, il existe en arrière du kinétonucléus un rhizostyle[4] ou axoplaste[5] (fig. 296). Alexeieff homologue cette formation à un second flagellum[6]. C'est plutôt un reste de la division du kinétonucléus.

Fig. 297. Trypanosoma equinum, (Voges) (mal de Calderas), mitose du kinétonucléus (d'ap. Rosenbusch).

Division. — La division est toujours longitudinale. Le grain basal se divise d'abord et un nouveau flagellum se reforme à partir de l'un des grains (il ne paraît pas y avoir jamais, quoi qu'on ait dit, scissure du flagelle primitif). Ensuite le ki-

(1) (κίνησις, mouvement.)
(2) (τροφός, nourricier.)
(3) Wenyon (Parasitology, IV, 1911, p. 273.)
(4) Alexeieff (A.Z.E. (5), IX, 1912, p. XXXI.)
(5) Chatton et Léger (C.R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 578.)
(6) (C.R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 508.)

nétonucléus se divise et Rosenbusch[1] y a décrit et figuré une vraie mitose (fig. 297.): c'est donc bien un noyau. Toutefois cette observation a été parfois discutée, malgré la netteté des figures.

En même temps, le trophonucléus se divise par des procédés assez variés; puis le corps se fend à partir de l'extrémité antérieure.

Schilling[2] a décrit chez T. Lewisi, aussitôt après la mitose des deux noyaux, une fusion, sorte d'autogamie temporaire d'un kinétonucléus avec un trophonucléus. Celà paraît plutôt une apparence.

Chez T. Lewisi notamment, on observe des divisions multiples, en rosaces: les noyaux se divisent plusieurs fois et de petits individus se séparent, simultanement, du parent, qui est d'ordinaire plus gros: celà forme des rosettes caractéristiques (fig. 298.), qu'il faut distinguer de l'agglutination. Celle-ci est une association secondaire d'individus, par leur extrémité postérieure, sans doute par une sécrétion, à laquelle présiderait le kinétonucléus. Ce phénomène paraît dû à des conditions défavorables, produites par l'apparition, dans le sang de l'hôte, de substances spéciales, dites agglutinines.

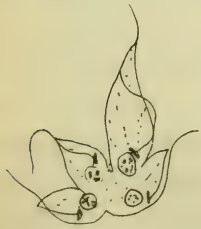


Fig. 298. Trypanosoma Lewisi (Kent)
Division en rosace.

Tous se meuvent le flagelle en avant, les Trypanosomes

(1) (A. Prot. XV, 1909, p. 275.)
(2) (A. Prot. XIX, 1910, p. 119)

par des ondulations de leur membrane. Pourtant Minchin et Woodcock [1] ont observé parfois chez ceux-ci un mouvement rétrograde.

Formes de passage. — Tous ces genres peuvent être disposés en série continue, avec des formes intermédiaires; et le cycle évolutif de chacun d'eux présente des états identiques à la forme adulte d'autres de ces genres.

Ainsi le cycle de Leptomonas drosophilæ Chatton et Alilaire, qui vit dans le tube digestif du petit Diptère Drosophila, présente les formes suivantes.

(Ce résumé nous a été obligeamment donné par M. Chatton; et synthétise de nombreuses notes de Chatton et Léger [2])

L'intestin moyen de l'Insecte renferme des formes aciculées (Leptomonas)(fig. 299, a), se divisant activement en long. Elles présentent donc transitoirement 2 flagelles et un axoplaste, c'est à dire presque exactement l'aspect Herpetomonas (b). Chez certains types au moins il s'intercale dans l'intestin moyen une phase trypanoïde: le kinétonucléus émigre vers l'extrémité postérieure, ce qui donne à l'être l'apparence d'un trypanosome; c'est un Leptotrypanosome (c). Cet état trypanoïde est transitoire et l'animal reprend ensuite la forme aciculée (a).

Puis il passe dans l'intestin postérieur. Là il se fixe par son flagellum et prend la forme dite gré-

---

(1) (Q. J. Micr. Sci. LVII, 1911, p. 150.)

(2) notamment: (C. R. Soc. Biol. LXIV, 1908, p. 1004; ibid. LXX, 1911, p. 34; LXXI, 1911, p. 573, etc.) Cf. Roubaud (Mission malad. sommeil, p. 212.)

Fig. 299. Leptomonas drosophilæ Chatton et Alilaire. (d'ap. Chatton)

garinienne (d). Sous cet aspect il peut encore se diviser en long. Soit en restant fixé, soit en devenant libre, il passe à la forme spermoïde (e), sorte de stade trypanosome imparfait, à kinétonucléus postérieur, mais sans flagellum ni membrane ondulante.

Ensuite il s'enkyste (f) et peut être rejeté au dehors. Avalé par un autre Insecte de même espèce, il sort du kyste sous la forme aciculée. Voilà donc un cycle où se rencontrent, outre la forme typique de l'adulte, Leptomonas, des stades Herpetomonas et Trypanosoma.

Leishmania peut passer aussi à la forme Leptomonas. Ainsi on a pu cultiver L. Donovani Laveran et Mesnil (fig. 300), qui se multiplie dans les globules blancs, les cellules endothéliales des vaisseaux de la rate, du foie, etc., chez l'Homme, dont il cause la mort par kala-azar ou fièvre dum-dum, dans l'Inde et en Afrique.

Rogers[1] puis Patton[2] ont vu apparaître dans ces cultures des formes Leptomonas. Patton, qui a trou-

(1) (Q. J. Micr. Sci. XLVIII, 1904, p. 373)
(2) (Sci. Mém. Sanit. Dep. India, XXXI, 1908.)

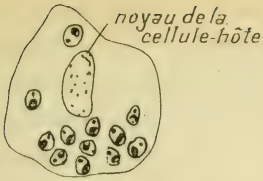


Fig. 300. Leishmania Donovani (Lav. et Mesnil)

vé de pareilles formes dans des Punaises (Cimex rotundatus) infestées de cette Leishmania, en a conclu que c'était là l'agent de transmission.

Leishmania infantum Nicolle qui produit le kala-azar infantile de Tunisie et d'Italie, a pu être indéfiniment cultivé sur gélose au sang par Nicolle[1]: il prend la forme Leptomonas et la forme grégarinienne.

On a pu aussi cultiver sur gélose des Trypanosomes non pathogènes, qui dans la culture prennent la forme Crithidia et même Leptomonas.

Le cycle normal de certains Trypanosomes présente aussi des formes analogues, notamment dans un hôte Invertébré.

Ainsi Trypanosoma granulosum Laveran et Mesnil, très commun dans le sang de l'Anguille, est avalé avec ce sang par la Sangsue: Hemiclepsis marginata. Brumpt[2] a observé que, dans l'estomac de cet animal, il se transformait, en quelques heures, en une forme Crithidia, qui se multiplie activement. Au bout de quelques jours, il passe dans l'intestin et s'y divise sous la forme Leptomonas. Ensuite il redevient Trypanosome, remonte vers la bouche pour gagner la gaine de la trompe et peut alors être injecté de nouveau à une Anguille, quand elle

(1) (Ann. Inst. Pasteur. XXIII, 1909, p. 361.)

(2) (C.R. Soc. Biol. LVIII, 1906, p. 162.)

est piquée par la Sangsue.

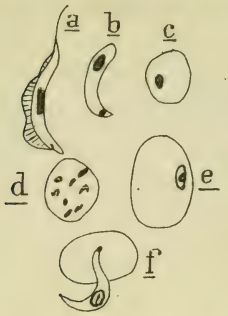


Fig. 301. Schizotrypanon Cruzi Chagas; a, adulte; b. c. l'animal s'arrondit; d. il divise son noyau en 8; e. un mérozoïte dans un globule de sang. f. adulte sortant du globule. (im. Chagas)

Les Trypanosomes montrent aussi des formes Leishmania. Ainsi Trypanosoma (Schizotrypanon) Cruzi Chagas présente, d'après Chagas[1] deux modes de schizogonie chez l'Homme, au Brésil.

Il y a d'abord une division multiple du corps en mérozoïtes, dans les capillaires du poumon de l'Homme (fig. 301, a-d); les mérozoïtes seraient de deux formes et sexués (?). Ils pénétreraient dans des globules du sang (e) et y deviendraient des trypanosomes adultes, qui ensuite sortiraient des globules (f). Brumpt[2] n'a pas vu ce mode de multiplication; mais il a retrouvé le suivant, décrit par Hartmann, puis par Chagas[3].

L'animal, (fig. 302, a) pénètre dans les cellules de la rate, ou dans le muscle cardiaque ou d'autres organes et y prend la forme Leishmania (b), sous laquelle il se multiplie. Puis il redevient Trypanosome (c, d, e) et peut alors être absorbé par une Réduve, Conorhinus megistus. Là, en quelques heures, il devient

(1) (Mem. Cruz. I, 1909, p. 159.)
(2) (Bull. Soc. pathol. exot. V, 1912, p. 360.)
(3) (Ibid. IV, 1911, p. 467.)

Leishmania (f) puis Crithidia (g), en se multipliant. Ensuite il reprend la forme Trypanosome (h, i), passe dans les glandes salivaires de l'Arthropode et peut être inoculé à l'Homme.

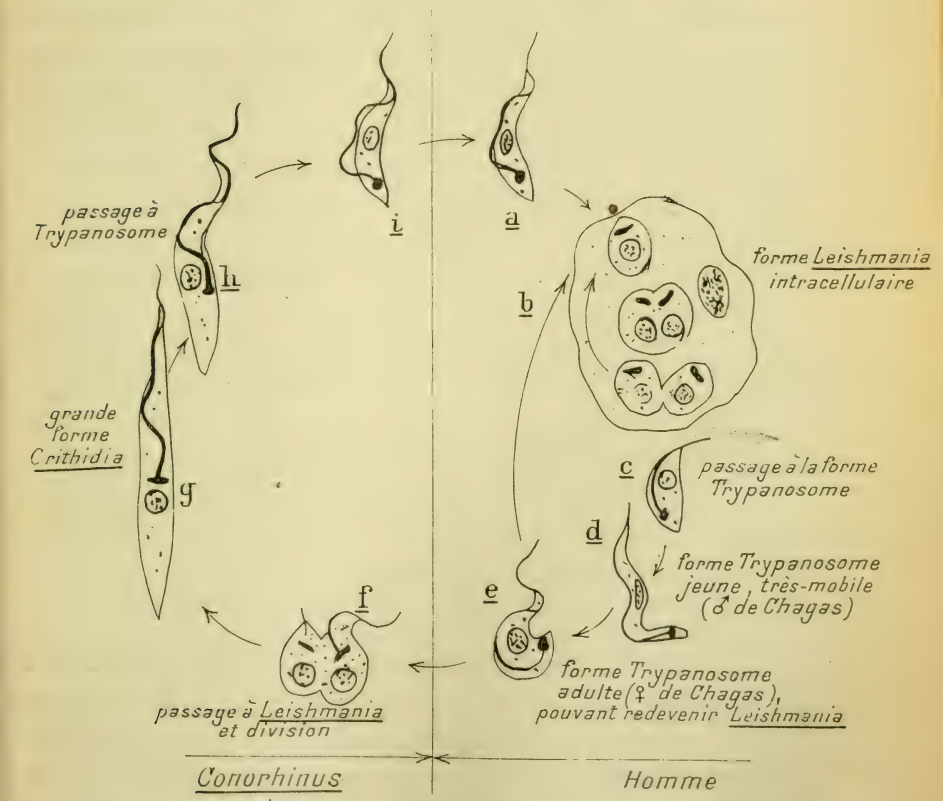


Fig. 302. Schizotrypanon Cruzi Chagas. *Cycle* (d'ap. Brumpt).

Comme on le voit, chacun de ces genres présente des stades semblables à d'autres genres.

Z 19

Transport: Certains Trypanosomides sont héréditaires: Brumpt en a décrit un cas intéressant pour T. inopinatum Sergent, parasite de Helobdella algira, dont les œufs sont infestés.(1)

Trypanosoma equiperdum Doflein, qui produit la dourine ou mal du coït des Chevaux d'Algérie, est transmis d'hôte à hôte directement, au moment du coït: il traverse les épithéliums en contact.

Mais le mode de transport ordinaire est par les Insectes.

T. Brucei Plimmer et Bradford, parasite de la nagana qui fait périr les Chevaux, les Chiens, les Bœufs, en Afrique, est transporté par la tsé-tsé, Glossina morsitans et peut-être aussi G. palpalis.

T. Evansi (Steel), du surra, de l'Inde, qui attaque les Chevaux, Chameaux, Bœufs, est probablement transmis par Tabanus lineola.

T. gambiense Dutton, parasite de la maladie du sommeil, de l'Afrique équatoriale, a été découvert par Castellani dans le sang, puis le liquide céphalo-rachidien de l'Homme Brumpt (2) et Sambon (3) ont supposé presque en même temps que l'agent du transport était Glossina palpalis, ce qui a été démontré depuis.(4) Les Glossines ne piquant que le jour et vivant dans les endroits humides, il convient pour éviter la maladie de voyager la nuit, d'éviter le voisinage de l'eau, de déboiser les endroits infestés. Une injection intra-veineuse d'atoxyl est le médicament actuellement employé.

---

(1) (C.R. Soc. Biol. LXIII, 1907, p. 176.)

(2) (C.R. Soc. Biol. LV, p. 839, 27 Juin 1903.)

(3) (J. tropic. medicine, p. 201, 1er Juillet 1903)

(4) Bruce, Hamerton et Bateman (P. Royal Soc. LXXXI, 1909, p. 405, etc)

Taxonomie, virulence : Il faut dire que toute cette taxonomie est assez douteuse. Certains auteurs, tels que Koch[1], Doflein[2], Alexeieff[3] pensent que beaucoup de ces soi-disantes espèces ne sont que des races physiologiques.

On ne les distingue souvent que par leur hôte ou par leur virulence. Or un bon nombre de Trypanosomides peuvent vivre dans plusieurs hôtes, et la virulence peut varier.

En général les Trypanosomides qu'on trouve, dans la nature, parasites d'animaux sauvages, sont étroitement localisés dans un hôte et inoffensifs pour lui.

Il en est ainsi par exemple de Trypanosoma Lewisi (Kent) du Rat, et des "espèces" voisines : T. cuniculi Blanchard, du Lapin, T. Duttoni Thiroux de la Souris, etc.

T. Lewisi, transmis à un Rat par la Puce Ceratophyllus fasciatus, y pullule pendant quelque temps, puis diminue et disparait ; le Rat, qui ne parait pas en avoir souffert, est alors immunisé pour la vie contre cette espèce. T. Lewisi ne se développe pas chez la Souris, par exemple.

Au contraire, les parasites mortels pour leur hôte sont moins étroitement localisés et paraissent imparfaitement adaptés. Il en est ainsi de Trypanosoma Brucei et de son groupe (T. gambiense, T. équiperdum, T. Evansi, etc.) qui sont pathogènes dans des hôtes très divers. Mais Bruce (1911) a trouvé T. Brucei dans le gibier sauvage d'Afrique, où il ne parait pas pathogène. Il semble donc que ce Trypanosome soit le parasite normal de ces animaux sauvages, mais qu'il commence à en attaquer d'autres, pour lesquels il n'y a pas eu encore d'adaptation réci-

---

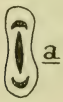
(1) (S.B. Ak. Berlin, 1905, p. 958.)

(2) (Lehrbuch, p. 399.)

(3) (A. Prot. XXIX, 1913, p. 328)

proque complète.

Or on peut amener artificiellement un parasite du premier groupe à attaquer un hôte auquel il n'est pas habitué, ou le rendre virulent pour son hôte habituel. Ainsi Roudsky[1] cultive longtemps T. Lewisi en milieu artificiel, puis le fait passer rapidement dans des Rats : le trypanosome peut alors se développer dans la Souris. Wandelstadt et Fellmer[2] inoculent T. Lewisi à des Vertébrés à sang froid et constatent qu'après ce passage il devient virulent pour le Rat. De même on peut faire varier la virulence : Chagas[3] observe que son Schizotrypanon Cruzi tue un Cobaye en 6 jours ; or après de nombreux passages dans des Cobayes, sa virulence diminue, les Cobayes meurent moins vite et finissent par résister six semaines. Mais un seul passage dans un Ouistiti lui rend sa virulence primitive.



Les caractères d'hôte et de virulence sont donc bien variables et peu propres à délimiter des espèces.

Aussi Alexeieff[4] propose-t-il de réunir en une seule espèce, sous le nom le plus ancien de T. Evansi les Trypanosoma Brucei, gambiense, Cazalboui, equiperdum, etc., dont le trophonucléus se divise par une sorte d'haplomitose (fig. 303 a), et sous le nom de T. Lewisi, les T. Duttoni. Schizotrypanon Cruzi, Endotrypanum Schaudinni, etc., qui se divisent fréquemment en rosaces, ou

Fig. 303. Mitose de Trypanosoma (d'ap. Alexeieff)

(1) (C.R. Ac. Sci. CLII, 1911, p. 56.)
(2) (Zeitschr. Immunitätsforsch. 1910, p. 337.)
(3) (Mem. Cruz. I, 1909, p. 159.)
(4) (A. Prot. XXIX, 1913, p. 328)

sous forme Leishmania endoglobulaire, et dont le trophonucléus se divise par mésomitose (b). Mais tout ceci est encore provisoire et très sujet à discussions.

Mode d'infection.. Patton[1] a cru à un transport purement mécanique par la trompe de l'Insecte. Dans ce cas la nocivité d'un Insecte ne pourrait durer que très peu de temps et le premier animal piqué devrait être le seul infesté. Il semble bien qu'un pareil transport mécanique existe en effet, mais il y a autre chose.

Roubaud à Brazzaville[2] a vu que, à peine arrivé dans la trompe de la Glossine, Trypanosoma Cazalboui Laveran se fixe à la paroi par son flagelle, prend la forme Leptomonas et se multiplie activement. Il se produit là une "culture d'attente", qui peut persister fort longtemps. Bouffard à Bamakou[3] montre que la Glossine, infestée par T. Cazalboui, n'est nocive qu'après 6 jours, et le reste pendant deux mois et demi. L'infection est limitée à la trompe : c'est l'"évolution par fixation directe", de Roubaud.

Mais cette limitation de l'infection est particulière à T. Cazalboui et assez exceptionnelle.

D'ordinaire il s'ajoute à cette culture d'attente, une culture dans tout le tube digestif. C'est ce qu'ont montré par exemple Kleine et Taute[4] dans l'Ouganda pour la nagana. Ici encore la Glossine n'est pas infectieuse tout de suite, mais seulement au bout de 4 à 17 jours et ensuite

---

(1) (Parasitology, II, 1909, p.91.)

(2) (Rapport mission maladie sommeil, Paris, 1909, p.173; et C.R. Ac. Sci. CLI, 1910, p.1156.)

(3) (Ann. I. Pasteur. XXIV, 1910, p. 276.)

(4) (Arb. Gesundh. XXXI, 1911, p.321.)

du 18e au 53e. De même la Puce du Rat, porteur de C. Lewisi, n'est infectieuse qu'après 6 à 9 jours; la Glossine portant C. gambiense après 10 jours seulement.

Il y a donc nettement autre chose qu'un transport mécanique, et une partie du cycle évolutif doit se passer chez l'Insecte.

En effet pour C. Lewisi du Rat, Minchin (1) a trouvé une multiplication sous forme Trypanosome dans les cellules même de l'intestin moyen chez la Puce du Rat Ceratophyllus fasciatus, (ce qui est tout à fait exceptionnel). Puis il y a multiplication sous la forme crithidienne dans le rectum, ensuite reprise de la forme Trypanosome. Ceux-ci remontent dans la trompe et sont injectés au Rat.

On a même cru parfois à des phénomènes sexuels chez les Trypanosomides. Ainsi Minchin (2) a décrit chez la Glossine des formes assez tranchées de C. gambiense: les unes, plus minces pourraient être des mâles, les autres plus trapues, des femelles.

Provazek (3) a aussi décrit deux formes de C. Lewisi chez le Pou du Rat, Hematopinus spinulosus, qui peut aussi transporter le parasite, mais d'une façon anormale. Provazek a même cru observer la conjugaison des deux formes, mais il est plus que probable qu'il a été trompé par un phénomène d'agglutination.

Kleine et Taute (4) ont décrit aussi des formes sexuées de C. gambiense chez la Glossine.

Machado (5) attribua à C. rotatorium de la Grenouille une évolu-

---

(1) (entre autres Introduction p. 299-301.)

(2) (Parasitology, I, 1908, p. 236.)

(3) (Arb. Gesundh. XXII, 1905, p. 373, pl. III, fig. 38.)

(4) (Arb. Gesundh. XXXI, 1910, p. 321.)

(5) (Mem. Cruz. III, 1911, p. 108.)

tion compliquée avec des mâles et des femelles ; ces dernières résulteraient de l'autogamie du kinétonucléus avec le trophonucléus et n'auraient, par suite, plus qu'un noyau, mais pourraient reformer un kinétonucléus par division hétéropolaire du noyau unique, le kinétonucléus bourgeonnant ensuite un blépharoplaste.

Schaudinn (1) lui aussi, dans un mémoire très révolutionnaire, a décrit chez la Chouette chevêche (Athene noctua), à Rovigno, une évolution très compliquée d'un Trypanosome qui serait transporté par Culex pipiens.

D'après lui ce Trypanosome pénètre dans les globules du sang et y devient l'animal décrit par Celli et Sanfelice sous le nom de Haemoproteus noctuæ, c'est à dire une Gymnosporidie à forme Halteridium. Les Halteridium se trouvaient ainsi introduits dans le cycle des Trypanosomes.

On connait en effet des stades endoglobulaires pour les Trypanosomes : nous avons vu que Schizotrypanon Cruzi pouvait pénétrer dans les globules. Il en est de même de Endotrypanum Schaudinni Mesnil et Brimont (2), forme Leptomonas découverte dans les globules du sang de Cholæpus didactylus de la Guyane (fig. 304.), et probablement stade de développement d'un Trypanosome qui vit à côté.

Mais l'évolution décrite par Schaudinn était extrêmement complexe ; il y avait vu notamment une conjugaison chez le Cousin, la formation de l'appareil flagellaire par mitose hétéropolaire du noyau (Voy. ci-dessus fig. 276) etc.

Fig. 304. Endotrypanum Schaudinni Mesn. et Brim.

Minchin et Woodcock (3) entreprirent de vérifier ces observations discutées et, pour se mettre dans les mêmes conditions que Schaudinn, ils allèrent à Rovigno. Là, ils apprirent que Schaudinn faisait venir ses Chouettes de Vienne et de Hambourg. S'étant procuré de ces animaux, ils trouvèrent dans leur sang six formes :

---

(1) (Arb. Gesundh. XX, 1904, p. 387.)

(2) (C.R. Soc. Biol. LXV, 1908, p. 581.)

(3) (Q.J. Micr. Sci. LVII, 1911, p. 141.)

1° un Protéosoma,
2° un Haltéridium : c'est l'Hæmoproteus noctuæ,
3° un petit Trypanosome,
4° un grand Trypanosome,
5° un Leucocytozoon,
6° un Spirochète.

Le Protéosoma est une espèce distincte, de l'avis de tout le monde. Schaudinn groupait les deux formes suivantes dans le cycle de son Trypanosoma noctuæ, et les trois dernières dans le cycle de Leucocytozoon Ziemanni. Minchin et Woodcock découvrent au contraire des intermédiaires entre les deux formes de Trypanosome et les considèrent comme ne faisant qu'une espèce tandis que, rien ne permettant de réunir les autres formes, ils les regardent toutes comme autant d'espèces autonomes.

En somme, on ne connait pas avec certitude de phénomènes sexuels chez les Trypanosomides. Leur cycle évolutif comprend d'ordinaire, outre l'évolution par fixation directe dans la trompe de l'Insecte, une multiplication dans la première partie de son tube digestif (phase trypaniforme chez C. Lewisi, leishmannienne chez S Cruzi, etc.) puis une multiplication sous forme crithidienne dans la suite de l'intestin. Ensuite la plupart reprennent la forme Trypanosome et regagnent la trompe; c'est l'évolution par fixation indirecte de Roubaud.

Pour ne pas interrompre la série naturelle, nous laisserons de côté pour le moment les Choanoflagellés, que Delage et Hérouard intercalent ici, et nous passerons à leurs

Hétéromastigides,

que nous réunirons, avec la plupart des auteurs, aux Oligomastigides. Le caractère des Hétéromastigides serait d'avoir deux flagelles, l'un dirigé en avant, l'autre en arrière et servant de gouvernail. Bicosoeca, Cercomonas, seraient les formes de passage entre les deux groupes.

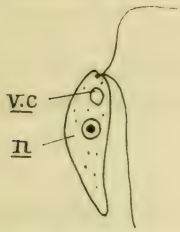


Fig. 305. Bodo caudatus (Duj.), (d'ap. Alexeieff).

Le type du groupe est le genre: Bodo (Ehrbg.) Stein, comprenant des espèces d'eau douce et marines, de 30 μ de longueur en moyenne, non parasites pour la plupart. Les deux flagelles naissent à la base d'un petit rostre, près duquel se fait l'absorption des aliments et où se trouve la vésicule contractile.

Fig. 306. Prowazekia Cruzi H. et C.

La division est une sorte de promitose (1). Prowazek (Arb. Gesundh. XXI, 1904) a décrit chez B. lacertae Grassi, du cloaque du Lézard, une autogamie sous un kyste. Dobell (2) et Dangeard (3) contestent fortement ces observations.

Hartmann et Chagas (4) ont séparé du genre Bodo un genre:

Prowazekia

Créé pour P. Cruzi H. et C. des fæces de

(1) Dangeard (Le Bot. XI, p. 131.)
(2) (Biol. Centrlbl. XXVIII, 1908, p. 548.)
(3) (Le Bot. XI, 1910, p. 240.)
(4) (Mem. Cruz. II, 1910, p. 64.)

l'Homme au Brésil. Ce genre diffère du précédent en ce que son blépharoplaste est remplacé par un kinétonucléus.

Alexeieff[1] et Dangeard[2] l'ont contesté: pour ce dernier le soi-disant kinétonucléus n'est que la vésicule contractile, dont la paroi est chromatique. Mais Hartmann[3] a maintenu ses observations.

Fig. 307. Prowazekia asiatica (Castellani et Chalmers) div. du kinétonucléus (imit. Whitmore)

Nägler[4] a découvert une espèce libre, P. parva, où deux grains basaux sont unis par un rhizoplaste au kinétonucléus et où il y a mitose des deux noyaux (promitose ou mésomitose, la chose est peu nette). Whitmore[5] a figuré une mitose vraie du kinétonucléus chez P. asiatica Castellani et Chalmers (fig. 307.)

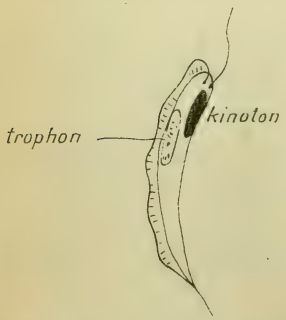


Fig. 308. Trypanoplasma (Schéma)

Trypanoplasma Laveran et Mesnil[6] (fig. 308) devrait, d'après les règles, s'appeler Cryptobia Leidy 1846. Ce dernier nom a été créé pour C. helicis (Diesing) du réceptacle séminal de l'Escargot. D'autres espèces vivent dans le tube digestif de certains Invertébrés, ou le tube digestif de Poissons marins, d'autres encore dans

(1) (C.R. Soc. Biol. LXIX, 1909, p. 533.)
(2) (Le Bot. XI, 1910, p. 118.)
(3) (A. Prot. XXIII, 1911, p. 141.)
(4) (A. Prot. XXI, 1910, p. 111.)
(5) (A. Prot. XXII, 1911, p. 375, et pl. XVIII, fig. 7.)
(6) (C.R. Ac. Sci. CXXXIII, 1901, p. 670.)

le sang de Poissons d'eau douce, d'où ils passent dans le tube digestif d'Hirudinées. Il existe deux flagelles, l'un dirigé en avant, l'autre en arrière, celui-ci relié au corps par une membrane ondulante. Il y a deux grains basaux, un kinétonucléus très gros, se divisant par mésomitose comme le trophonucléus (1).

Fig. 309. Trypanophis Grobbeni Poche (d'ap. Keysselitz)

Alexeieff a contesté à ce kinétonucléus la valeur d'un noyau (2), les figures de Jollos paraissent cependant bien nettes.

Lors de la division, les deux flagelles disparaissent; ils se reforment après: le récurrent est d'abord libre et ne s'accole au corps par une membrane que secondairement.

Keysselitz (3) a décrit des formes sexuées et une conjugaison.

Trypanophis Keysselitz (fig 309) (4) créé pour un parasite des Siphonophores, diffère du précédent par une membrane plus étroite et un flagelle plus court: c'est probablement un simple sous-genre.

On a remarqué que si le flagellum libre avortait (fig. 310), on passerait à une forme Trypanosome. Schaudinn, Léger (5) ont cru ce passage possible.

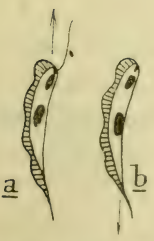


Fig. 310. Passage du Trypanoplasma. a. au Trypanosoma. b.

(1) Jollos. (A. Prot. XXI, 1910, p. 109, pl. VI, fig. 10-12.)

(2) (A.Z.E., (5), VI, 1911, p. XV.)

(3) (A. Prot. VII, 1906, p. 40.)

(4) (A. Prot. III, 1904, p. 367.)

(5) (C. R. Ac. Sci. CXXXVIII, 1904, p. 858.)

Mais Laveran et Mesnil [1] ont fait remarquer qu'on obtiendrait ainsi un Trypanosome retourné, car un Trypanosome se meut normalement le flagelle en avant (fig. 310, b). De plus on ne connait aucune forme de passage entre le groupe des Trypanosomes et le groupe des Bodo ou Prowazekia; on n'a jamais trouvé chez ces derniers de formes crithidiennes ou Leptomonas. Les deux séries paraissent donc bien séparées. Les Trypanoplasmes seraient des Bodo (ou des Prowazekia), les Trypanosomes des Leptomonas, ayant acquis une membrane ondulante, comme adaptation à la vie en milieu encombré ou visqueux.

Hartmann [2] réunit neanmoins en un seul groupe tous ces êtres, auxquels il ajoute encore les autres parasites du sang: Hæmogrégarines et Gymnosporidies. Tous ces animaux auraient deux noyaux; il les réunit sous le nom de Binucleata. Il établit une série de formes, montrant la dégradation progressive du kinétonucléus, qui devient enfin le blépharoplaste de Proteosoma, genre où persistent encore des traces de flagelle.

Mais Hartmann et Jollos [3] sont obligés de reconnaitre que certaines Hæmogrégarines sont étroitement apparentées aux Coccidies. Alors ils coupent en deux les Hæmogrégarines, en mettant une moitié dans les Binucléates, parmi les Flagellés, et l'autre moitié avec les Coccidies. Une pareille coupure est certainement artificielle; mais pour réunir les Trypanosomidés et les Trypano-

---

(1) (Trypanosomes et Trypanosomiases, 2e éd. Paris, 1912, p. 104.)

(2) (A. Prot. X, 1907, p. 146); Hartmann et Jollos (A. Prot. XIX, 1910, p. 81.)

(3) (A. Prot. XIX, 1910, p. 94.)

plasmidées, le groupe des Binucléates pourrait se soutenir, comme un ordre de Flagellates. Cependant, en raison de l'absence de formes intermédiaires entre les deux familles, nous les laisserons séparées, à leur rang dans la série des Flagellates.

Caractères: Sous-ordre 1: Protomonadina: trois fouets au plus, pas de collerette.

2ème Sous-ordre Choanoflagellata Kent.[1]
(=Craspedomonadina Stein[2], = Cylicomastiges Bütschli[3], = Craspedina Delage et Hérouard.)

Le caractère essentiel de ces animaux est d'avoir, autour de la base du flagellum, une collerette protoplasmique contractile. Le corps est fixé par un pédoncule protoplasmique, qui peut se durcir en pseudo-chitine plus tard. Le flagelle, unique, est fixé à un grain basal et continué jusqu'au noyau par un rhizoplaste. Une vésicule contractile, vers la partie inférieure du corps. Le corps peut émettre des pseudopodes (Franzé). Quand l'animal est détaché, il se meut le flagellum en arrière. Quand il est fixé, le fouet détermine un mouvement ascendant de l'eau.

Fig. 311. Monosiga ovata Kent. (d'ap. Kent)

(1) (χοάνη = χώνη, creuset, entonnoir.)
(2) (κράσπεδον, frange.)
(3) (κύλιξ, coupe.)

Fig. 312. Schéma de la collerette (d'ap. Ehrlich)

Les particules alimentaires se collent à l'extérieur de la collerette. Bütschli [1] a vu ces particules descendre le long de cette face externe jusqu'à la base. Là elles rencontrent une vacuole d'attente, qui semble faire sans cesse le tour du corps, à la base de la collerette et les saisit au passage.

Saville Kent [2] a figuré un mouvement inverse, faisant descendre les particules dans l'intérieur de la collerette. Mais Burck [3], Doflein [4] ont confirmé Bütschli.

Entz [5], puis Franzé [6], Ehrlich [7] admettent que la collerette est formée d'une membrane enroulée en cornet, décrivant 1 tour ½ (fig. 312). C'est le bord de ce cornet qui, en se désserrant légèrement, formerait cuiller pour recueillir les particules nutritives, simulant la vacuole d'attente. Burck [8] qui trouve

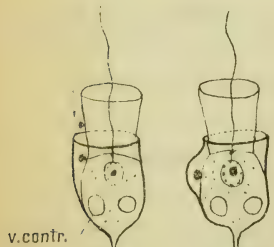


Fig. 313. Codosiga botrytis (Ehrbg.) (Imit. Burck)

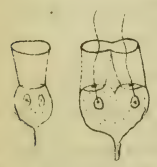


Fig. 314. Schéma de la division.

(1) (Z.W.Z. XXX, 1878, p. 224.)

(2) (A Manual of Infusoria, 1881, atlas, frontispice.)

(3) (A. Prot. XVI, 1909, p. 132.)

(4) (Lehrbuch. p. 61.)

(5) (Naturhist. Hefte. VII, p. 147.)

(6) (Z. Anz. XVI, 1893, p. 45; Der Organismus d. Craspedomonaden, Budapesth, 1897, p. 135.)

(7) (Biol. Centrlbl. XXVIII, 1908, p. 117.)

(8) (l.c. p. 132.)

aux Choanoflagellés une mince enveloppe gélatineuse montant jusqu'à 1/4 de la hauteur de la collerette, croit que le bord de cette enveloppe s'écarte périodiquement de la collerette, en tournant lentement : c'est dans cet espace que pénétreraient les particules (fig. 313) avant d'être englouties par le cytoplasma. La défécation a lieu dans la collerette.

L'animal est capable de s'enkyster, après avoir rétracté sa collerette. Il se divise en long (fig. 314) et quelquefois transversalement.

Tel est le genre :

Monosiga Kent [1] 7 à 8 μ. mer et eau douce.

Codosiga Y. Clark [2] colonies ramifiées. Dangeard y a décrit la téléomitose [3]

Diplosiga Frenzel [4] (fig 315 a) collerette double. Burck [5] se de.

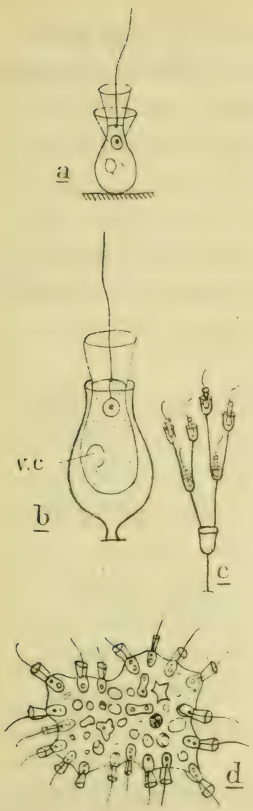


Fig. 315. a. Diplosiga socialis Frenzel (d'ap. Frenzel)
b. Salpingœca amphorina Clark. (d'ap. Burck)
c. Polyœca dichotoma Kent (d'ap. Kent)
d. Protospongia Haeckeli Kent (d'ap. Kent)

---

(1) (μόνος, seul ; σῖγα, ensilence. étym. de Kent p. 329.)

(2) (corrigé en Codonosiga par Stein : κώδων, cloche.)

(3) (Le. Bot XI, 1910, p. 172)

(4) (Z.W.Z., LIII, 1891, p. 354.)

(5) (A. Prot. XVI, 1909, p. 172.)

manée si ce n'est pas le bord de l'enveloppe gélatineuse qui simule une collerette externe.

Salpingœca J. Clark (b)[1] secrète une coque chitinoïde.

Polyœca Kent (c) forme des colonies rappelant Poteriodendron.

Protospongia Kent (d) est une réunion de 50 à 60 individus dans une masse gélatineuse commune, dans laquelle ils peuvent rentrer instantanément, sous l'action d'une excitation, ou pour s'enkyster, ou se diviser. Eau douce. On a voulu en faire l'ancêtre des Spongiaires; mais il manque le mésoderme et les spicules, et puis les choanocytes sont externes.

3ème Sous ordre Polymastigina Blochmann.

Trois flagelles au moins.

C'est encore un groupe assez artificiel et difficile à classer. Delage et Hérouard le divisent en:

1ère tribu	Astomina,	pas de bouche
2e	Monostomina	: une bouche
3e	Distomina	: deux bouches
4e	Trichomyphina	: pas de bouche, flagelles nombreux simulant des cils.

La 1ère et la 4ème tribu constituent des groupes aberrants; les 2ème et 3ème forment ensemble les vrais Polymastigines dont nous ferons une tribu.

1ère Tribu Astomina Delage et Hérouard (= Holomastigoda Lauterborn)

Pas de bouche: mangent par toute leur surface. Ce grou-

(1) (σάλπιγξ, trompette; οἰκέω, j'habite.)

pe ne contient guère que le genre :

Multicilia Cienkowsky (fig 316.), être sphérique portant un certain nombre de flagelles sur toute sa surface et émettant parfois des pseudopodes pour capturer des proies. Mer et eau douce. Des vésicules pulsatiles ou non. Chez M. lacustris Lauterborn il y a plusieurs noyaux, chez M. palustris Penard, un seul

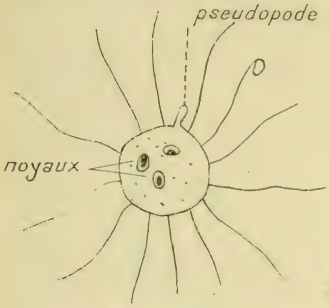


Fig. 316. Multicilia lacustris Lauterborn

Doflein[1] fait de ces êtres des ancêtres des Infusoires ; Penard[2] les rapproche des flagellates, Wilcy et Hickson[3] et Minchin[4] les rapprochent des Rhizomastigines pour en faire l'ordre des Pantostomina, et les regardent comme des Flagellatés inférieurs. Ils paraissent devoir occuper une place assez isolée et être fort différents des autres Polymastigines.

2ème Tribu Polymastigina s. str.

Quant aux vrais Polymastigines. MM. Delage et Hérouard les distinguent par le caractère de la bouche. Doflein, Minchin préfèrent le caractère des flagelles et divisent :

α Tetramitida Bütschli : flagelles nés tous de l'extrémité antérieure, animaux d'ordinaire asymétriques,

β Octomida Minchin (= Polymastigida Bütschli)

---

(1) (Lehrbuch, p. 955.)

(2) (A. Prot. II, 1903, p 304.)

(3) (Zoology Lankester, 1 – 1, p 164.)

(4) (Introduction p. 270.)

Fig.317. Tetramitus Caulleryi (Alexeieff). (d'ap. Alexeieff)

flagelles par paires, animaux d'ordinaire symétriques. 2 flagelles postérieurs d'ordinaire.

Tetramitus Perty [1] [2]: 4 flagelles, dont un dirigé en bas et souvent logé dans la bouche (fig. 317.), où il formerait même, d'après Wenyon [3] une membrane ondulante [4]. Grande dépression buccale. Mer, eau douce, et parasites.

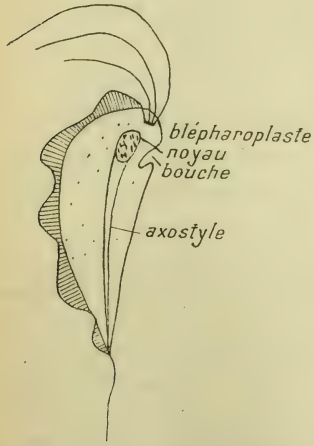


Fig.318. Trichomonas Eberthi Martin et Robertson.

C. chilomonas Calkins [5] aurait d'après cet auteur un noyau sans membrane, représenté par des grains de chromatine. Dangeard [6] croit que l'espèce en question est un stade de division d'un Chilomonas.

Trichomonas Donné, piriforme, porte 3 flagelles en avant, et un en arrière, formant membrane ondulante (fig. 318).

On a décrit sous le nom de Brichomastix une forme identique sans mem.

---

(1) (τετράς, quatre; μίτος, fil.)

(2) (Macrostoma Alexeieff serait synonyme d'après Alexeieff (A.Z.E., (5), VI, 1910, p. IX.)

(3) (Parasitology, III, 1910, p. 210.)

(4) (Cf. Alexeieff. C R Soc. Biol. LXVII, 1909, p. 199.)

(5) (A. Prot. II, 1903, p. 219.)

(6) (Le Bot. XI, 1910, p. 202.)

brane, mais à flagellum récurrent, libre : ce pourrait être un simple état du même genre. Alexeieff[1], Parisi[2] ont décrit d'autres formes avec 4 flagelles antérieurs.

Il y a un blépharoplaste, allongé transversalement, d'où partent tous les flagelles, un noyau, et un axostyle flexible qui en part en arrière. Pas de vésicule pulsatile, mais des vacuoles alimentaires et une bouche en fente. A la division l'axostyle disparait, le blépharoplaste se divise en formant une centrodesmose, puis prend l'axe du fuseau mitotique (fig. 319. a). Les nouveaux axostyles sont les restes du fuseau lui-même (b). Les flagelles se partagent entre les individus ou se reforment : il parait y avoir des variations.

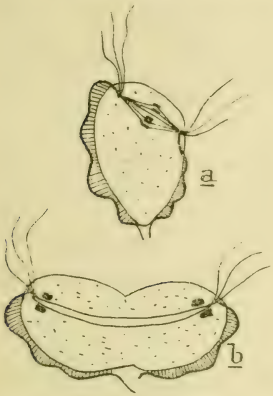


Fig. 319. Trichomonas batrachorum Perty. Division. (Imit. Dobell)

Pourtant chez C. Eberthi, Martin et Robertson[3] voient l'axostyle se reformer indépendamment du fuseau. On a décrit une conjugaison, un enkystement à deux et rejet de globule polaire chez C. hominis Davaine. Prowazek a décrit une autogamie chez C. lacertæ Bütschli, après enkystement solitaire. Tout cela est bien douteux : d'après Alexeieff[4] les kystes observés appartiennent à d'autres organismes.

---

(1) (C.R. Soc. Biol. LXVII, 1909, p. 712.)
(2) (A. Prot. XIX, 1910, p. 232.)
(3) (Q.J. Micr. Sci. LVII, 1911, p. 72)
(4) (C.R. Soc. Biol. LXXI, 1911, p. 296.)

Fig.320. Costia necatrix (Henneguy)

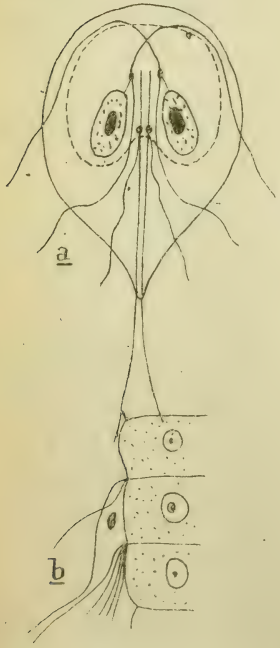


Fig.321. Lamblia intestinalis (Lambl)
a. vue ventrale (imit. Wenyon)
b. vue de profil, fixé à une cellule épithéliale.

C. vaginalis Donné, 10 à 15 μ est parasite dans le vagin de la Femme, où il ne parait pas pathogène; il le devient dans la vessie. Il se nourrit probablement surtout de Bactéries, comme les autres espèces.

Costia Leclercq (fig 320) est aplati et présente une dépression ventrale, qui peut se fermer en gouttière et enclore les flagelles. Ceux-ci, d'après Moroff (1), sont au nombre de 4 : 2 grands servant surtout à la fixation, et 2 petits à la natation et l'absorption. Il y a une vésicule pulsatile.

C. necatrix (Henneguy), 10 à 20 μ, est parasite sur les cellules épithéliales des Poissons d'eau douce, notamment la Brème, la Carpe, etc., où elle détermine une inflammation grave.

Tous ces genres sont des Tetramitida et des Monostomina. Le suivant est encore Monostome, mais fait partie des Octomitida :

Lamblia Blanchard ; u.

(1) (A. Prot. III, 1903, p. 86.)

ne grande dépression ventrale formant ventouse, mais pas de vraie bouche. Le noyau est simple, plus souvent en haltère, ou même double (fig. 321, a). 2 flagelles émergent en avant de la ventouse, 4 en arrière ; ils naissent tous de 2 paires de blépharoplastes. Il y a de plus deux axostyles, qui semblent se prolonger en deux flagelles postérieurs. Pas de vésicule pulsatile. L. intestinalis (Lambl.) vit fixé par sa ventouse aux cellules de l'intestin grêle de Rongeurs et de l'Homme (fig. 321, b). 50 % des habitants du Bonkin sont parasités, sans paraître en être gênés.

On ne connait pas la division, mais on connait des kystes capables de propager l'espèce. Ils seraient formés après conjugaison de deux individus (?)

Hexamitus (= Hexamita) Dujardin[1] est à la fois Octomitide et Distome : le nom est mal donné, car il y a 8 flagelles. Aussi Prowazek a-t-il proposé le nom d'Octomitus, qu'on pourrait appliquer aux formes parasites.[2] Il y a deux dépressions latérales chez les formes libres : elles manquent chez les parasites[3] Les flagelles sont insérés : 3 paires en avant, 2 en arrière à l'extrémité de 2 axostyles. Le noyau

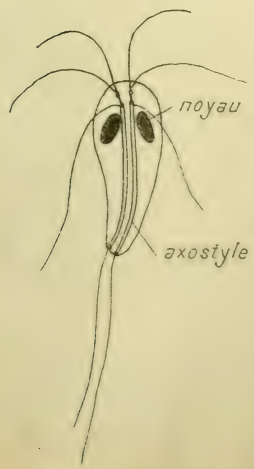


Fig. 322. Hexamitus intestinalis Duj.

(1) (ἕξ, six ; μίτος, fil.).
(2) (Voir Dobell, Q.J. Micr. Sci. LIII, 1909, p. 234.)
(3) Alexeieff (A.Z.E. (5), VI, 1911, p. 517)

est en haltère, ou d'ordinaire double[1] c'est un diplozoaire.

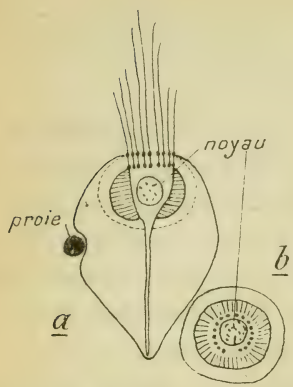


Fig.323. Lophomonas blattarum Stein.
a. profil;
b. vue d'en haut.

L'animal peut se fixer par ses flagelles postérieurs. La division est longitudinale[2]. H. intestinalis Duj. vit dans l'intestin de Batraciens. Hartmann[3] a cru que Hexamitus était une forme jeune de Lamblia. Ce n'est pas démontré, mais les affinités semblent néanmoins étroites entre ces deux genres.

3ème Tribu (Appendice) Trichonymphina Leidy

C'est encore un groupe assez isolé et à affinités douteuses. Tous sont parasites de l'intestin postérieur d'Orthoptères, surtout de Termites. Nombreux flagelles, pas de bouche.

Lophomonas Stein; dans l'intestin de Periplaneta orientalis. Nombreux flagelles disposés sur une surface en fer à cheval, chacun avec double grain basal. Ces grains sont disposés sur une sorte de calice membraneux, se continuant par un axostyle; il contient le noyau et est entouré par une différenciation particulière du plasma, striée radiairement et appelée appareil parabasal ou collare (Janicki)[4]. A la division, le noyau sort du calice, se divise et il y a néoformation de tout cet appareil.

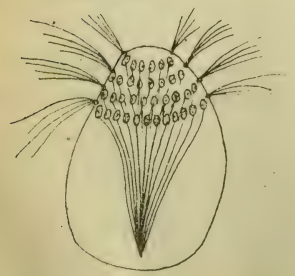


Fig.324. Stephanonympha Silvestrii Janicki.

---

(1) Alexeieff (C.R. Soc. Biol. LXV, 1908, p.402; et l.c.)

(2) Alexeieff (C.R. Soc. Biol. LXV, 1908, p.403.)

(3) (A. Prot. XIV, 1909, p.302.)

(4) (Z.W.Z. XCV, 1911, p.256.)

Stephanonympha Janicki ; nombreux noyaux disposés en couronnes vers l'extrémité antérieure. A chacun correspond un grain basal, d'où partent 4 flagelles et, en dedans, un axostyle qui va former un faisceau axial avec ses congénères.

Trichonympha Leidy [1] : corps couvert de flagelles ressemblant absolument à de longs cils. 1 à 300 μ. Le corps est divisé en plusieurs régions : une papille portant des cercles de flagelles, une région moyenne en cloche, portant les fouets locomoteurs, enfin une région postérieure portant des flagelles immobiles. Vit dans le rectum de Termites et se nourrit de débris de bois. Buscalioni et Comes [2] et autres, ont pensé qu'il y avait symbiose, le Protiste attaquant le bois, dont le Termite se nourrit et le rendant assimilable. Mais Chatton fait observer [3] que les Trichonymphides n'existent pas partout : les Termites du Dahomey, du Soudan nigérien, etc, n'en ont pas ; d'ailleurs ils vivent dans le rectum, région de l'intestin qui n'est plus absorbante. Ce sont donc des parasites, vivant des débris de bois non assimilés par le Termite et qu'ils ingèrent par toute leur surface.

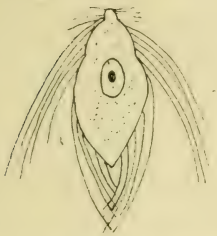


Fig. 325. Trichonympha agilis Leidy.

Hartmann [4] a décrit chez T. Hertwigi Hartmann du Brésil des formes mâles et femelles, qui produisaient à leur surface des gametes à deux flagelles.

---

(1) (θρίξ, τριχός, toison ; aspect rappelant le costume porté par des nymphes, dans un drame vu par Leidy.)

(2) (Atti Ac. Gioenia (5), III, 1910.)

(3) (Bull. S.Z.F XXXVI, 1911, p. 210.)

(4) (Festschrift R. Hertwig, I, 1910, p 349.)

Les gamontes pourraient s'associer ensemble avant la formation des gamètes, ce qui serait un rapprochement avec les Grégarines. Hartmann fait des Trichonymphides une classe spéciale et peut être a-t-il raison, bien que ces processus sexuels soient encore fort hypothétiques.

Dinenympha gracilis Leidy (fig. 326) à forme rubanée et spiralée, aurait aussi une évolution compliquée d'après Comes (1). La forme adulte, du rectum de Termes lucifugus, serait capable de s'arrondir et de fragmenter son noyau. Alors elle passerait dans les glandes salivaires (du même individu ou d'un autre, et comment, on ne sait). Après être revenu dans l'intestin, l'être se diviserait en rosette et reformerait des adultes. Mais dans la même rosette pourraient se différencier des formes mâles, plus petites, et des formes femelles plus grosses. Il y aurait conjugaison totale et inégale.

Fig. 326. Dinenympha gracilis Leidy (imit. Kent)

Comme on le voit, les caractères des Trichonymphides sont assez vagues et leur place reste très douteuse. Ils ont d'ordinaire de nombreux flagelles, pas de bouche ni de vésicule pulsatile et sont parasites d'Orthoptères. Leur aspect, et même le revêtement ciliaire de certains, sont ceux de Ciliés. Mais ils n'en ont pas les deux noyaux. L'existence fréquente d'un axostyle est un caractère de Flagellaté. On peut donc les laisser provisoirement avec ceux-ci, en appendice aux Polymastigides.

---

(1) (A. Prot. XXV, 1912, p. 275.)

Caractères

1er ordre.

Monadina:

Corps déformable. Tégument mince. Parfois des pseudopodes. Pas de pharynx, d'ordinaire, pas de bouche.

- **1er Sous-ordre.** **Protomonadina:** 3 fouets au plus, pas de collerette
  - 1ère Tribu: **Rhizomastigina.** flagelles et pseudopodes coexistants.
  - 2ème Tribu: **Protomonadina s. str.** Normalement pas de pseudopodes.
- **2ème Sous-ordre** **Choanoflagellata:** 1 flagelle, une collerette.
- **3ème Sous-ordre.** **Polymastigina:** 3 fouets au moins
  - 1ère Tribu: **Astomina.** Pas de lieu d'élection pour l'ingestion
  - 2ème Tribu: **Polymastigina s. str.**
    - α Monostomina — 1 lieu d'élection
    - β Distomina — 2 lieux d'élection
  - 3ème Tribu: **Trichonymphina.** Pas de lieu d'élection. Nombreux flagelles; parasites d'Orthoptères

2ème Ordre Euglenida
Bütschli emend. Delage et Hérouard.

Une membrane mince permettant quelques déformations du corps; mais empêchant la formation de pseudopodes. Pas d'ectoplasme différencié.

Il existe une bouche et une sorte de pharynx assez profond, d'où part le flagellum, d'ordinaire unique, mais quelquefois double. Il existe d'ordinaire un blépharoplaste, distinct du noyau et situé contre l'œsophage.

Une vésicule pulsatile qui se vide dans un réservoir, ouvert dans le pharynx.

La division est longitudinale et la mitose est une haplomitose (Dangeard: Le Botaniste VIII, 1901, p. 139, XI, 1910, p. 218.) ou une cryptohaplomitose.

La plupart présentent un mouvement particulier, (fig. 327) appelé métabolie par Perty et que Dangeard (Le Bot. VIII, 1901, p. 287.) propose d'appeler spasmodie (σπασμωδης, convulsif): ce mouvement se produit surtout dans de mauvaises conditions et après perte du flagellum.

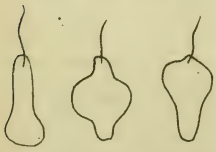


Fig. 327. Métabolie des Euglènes.

Beaucoup d'entre eux peuvent perdre leur flagelle et sécréter une masse gélatineuse dans laquelle ils se divisent. C'est un stade végétatif immobile qui peut durer plusieurs mois et pendant lequel ils sont identiques à des végétaux. Aussi la plupart des Botanistes regardent ils les Euglènes comme des plantes. On appelle cet état immobile stade palmelloïde.

3 tribus.

1° Peranemina : holozoïques,

2° Astasina, saprophytes,

3° Euglenina, holophytiques.

1ère Tribu. Peranemina Klebs

Bouche et pharynx fonctionnels, par lesquels l'être avale des proies ; l'alimentation est holozoïque ; mais il se forme néanmoins du paramylon.

Peranema Duyardin [1], d'eau douce. On distingue auprès du pharynx deux sortes de baguettes qui, d'après Klebs [2], seraient capables de sortir au dehors pour aider à la capture des proies. Bütschli [3] pense que ce sont les parois latérales d'un œsophage qui produisent cette apparence. Pour Dangeard [4] c'est seulement une gouttière de la face ventrale du corps. La division est une haplomitose [5].

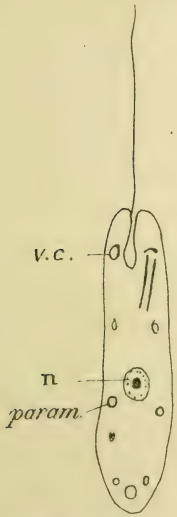


Fig. 328. Peranema trichophorum (Ehrbg.) (imit. Dangeard)

Hartmann et Chagas [6] y voient un centriole qui, à la division, produit un blépharoplaste, lequel se subdivise en deux grains,

(1) (πηρός, aveugle ; νῆμα, fil).

(2) (Untersuch. Bot. Inst. Tubingen, I, 1883.)

(3) (Bronn p. 824.)

(4) (Le Bot. VIII, 1901, p. 251.)

(5) Dangeard (Le Bot. XI, 1910, p. 222.)

(6) (Mem. Cruz. II, 1910, p. 64.)

un proximal et un distal, reliés par un tractus ils veulent en faire un mode d'insertion spécial du flagellum

Entosiphon sulcatum (fig. 329) présente, à côté de l'échancrure où naissent les flagelles, un tube creux, par où passent les aliments et qui se divise avec l'être.(1)

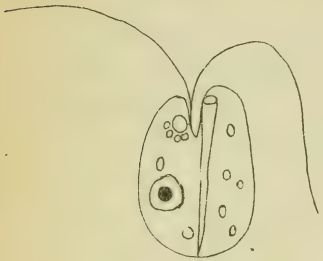


Fig. 329. Entosiphon sulcatum Duj. (im. Dangeard).

Copromonas Dobell (fig. 330, a), parasite de l'intestin de Cyrenaïque, se place sans doute ici

Réservoir sur le côté du long pharynx. La division est une

(1) Dangeard (Le Bot. VIII, 1901, p. 256.)

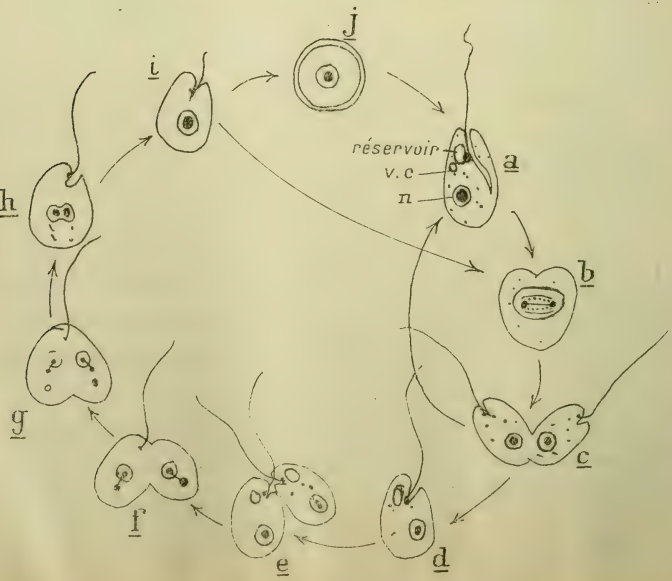


Fig. 330. Copromonas subtilis Dobell.

sorte d'haplomitose (b, c, d.)[1]. Dobell[2] a suivi la conjugaison (e) que Berliner a confirmée; c'est le seul cas indiscutable de conjugaison d'un Flagellate, autre que les Phytoflagellés. Elle est égale, mais l'un des conjoints perd son flagelle (f) c'est une trace d'inégalité. Puis les noyaux se divisent deux fois par promitose (f g), pour rejeter deux noyaux résiduels (h). Après la caryogamie (i), le zygote peut se diviser à l'état libre et flagellé, ou bien s'enkyster d'abord (j) et se diviser après être redevenu libre.

2ème Tribu Astasiina Klebs

Incolores aussi, mais n'avalent pas de proies: leur pharynx est fermé en bas et ne peut admettre de nourriture solide; ils sont saprophytes. Mais ils produisent aussi du paramylon en bâtonnets, ayant la structure des grains d'amidon, sans en avoir les réactions. Ils se divisent à l'état libre, sans perdre leur flagellum.

Fig. 331. Division de Copromonas major Berliner (d'ap. Berliner)

(1) Berliner (A. Prot XV, 1909, p 310) décrit une vraie mitose du caryosome, avec des centrioles et une plaque équatoriale; la chromatine périphérique se comporte comme dans la cryptohaplomitose (fig 331); les grains basaux des flagelles seraient reformés par les centrioles à chaque division, chez C. major Berliner.

D'après Alexeieff (A.Z.E, (5), VI, 1911, p. 504, note.) les deux espèces n'en font qu'une, qui doit s'appeler Scytomonas pusilla Stein.

(2) (Q.J. Micr. Sci. LII, 1908, p. 93.)

Fig.332. Astasia trichophora Ehrbg.

Astasia Ehrbg. emend. Stein (ἀστασία, instabilité); d'eau douce; mouvements métaboliques accentués; un flagellum.

A. captiva de Beauchamp, parasite le Rhabdocèle Catenula lemnae (1). A. mobilis Rehberg (2), parasite des Copépodes et peut se transmettre par leurs œufs.

Distigma Ehrbg.; 2 flagelles, 2 stigmas noirs.

3ème Tribu Euglenina Hlbs.

Des chloroplastes, colorés par de la chlorophylle; holophytiques. Mais ils possèdent encore néanmoins une bouche et un œsophage étroits, où s'ouvre la vésicule collectrice. La vésicule pulsatile est auprès. Un stigma.

Euglena Ehrbg. (3), p. ex. E. viridis (fig. 333, a), 1/10 mm, colore en vert les flaques d'eau, surtout celles chargées d'urine. Le flagellum s'insère dans l'œsophage par deux racines (b). Sur l'une d'elles est le blépharoplaste, situé contre la paroi de l'œsophage.

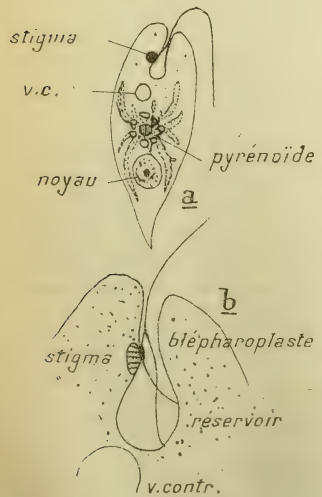


Fig. 333. Euglena viridis Ehrbg.; a. imit. Dangeard, b. de Wager.

(1) (A.Z.E. (5), VI, 1911, p. LII.)
(2) (A.Z.E. (5), X, 1912, p. LXXIV)
(3) (εὔγληνος, aux beaux yeux.)

bout contre lui est le stigma (1) formé d'un réseau protoplasmique, portant une couche unique de gouttelettes très réfringentes, pigmentées en rouge. Ce pigment absorbant la lumière, on suppose qu'il excite le flagellum par l'intermédiaire du blépharoplaste, situé à son contact (2). L'Euglène se dirige vers la lumière quand elle est faible, mais il fuit la lumière trop forte. Dans l'espèce E. viridis, il n'existe qu'un seul gros chlorolencite étoilé contenant un pyrenoide et entouré de grains de paramylon. Dans d'autres cas, il y a plusieurs chlorolencites en disques. A la division, qui a lieu la nuit comme chez la plupart des végétaux verts, le pyrénoide se divise d'abord (3), puis le stigma, puis le noyau, par une haplomitose typique.

Dans d'autres cas l'animal se divise sous un kyste épais et les produits peuvent eux-mêmes s'enkyster sous le kyste maternel.

Dans d'autres cas encore, les Euglènes se multiplient à l'état palmelloïde.

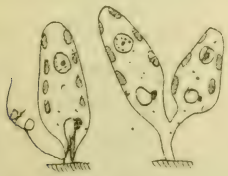


Fig. 334. Colacium vesiculosum Ehrbg. (Imit. Dangeard)

Colacium Ehrbg. (4) peut se fixer par l'extrémité antérieure qui s'allonge alors en pédicelle (fig. 334, a) pendant que le flagellum disparait. L'être se divisant, il peut se former des colonies (b), dont les individus restent unis par leur pédicelle.

---

(1) Alexeieff (A.Z.E, (5), X, 1912, p. LXVIII.) confond les deux productions, sous le nom de blépharoplaste

(2) Wager (J. Linn. Soc. XXVII, 1900, p. 463.)

(3) Dangeard (Le Bot. VIII, 1901, p. 139.)

(4) (κόλαξ, parasite.)

Entreptia Perty a deux flagelles égaux.

Ascoglena Stein vit fixé dans une coque et perd son flagellum

Trachelomonas Ehrbg[1] (fig. 335) n'est pas fixé, mais est entouré d'une coque ornée, dans laquelle il se divise. L'un des produits, quelquefois les deux, sortent de la coque.

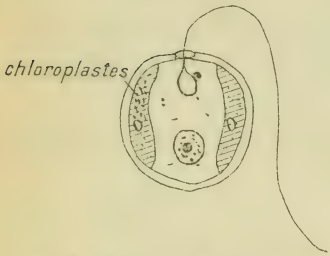


Fig. 335. Trachelomonas volvocina Ehrbg.

Caractères: ordre 2: Euglenida

Flagellatés pourvus d'une bouche et d'un pharynx, où s'ouvre la vésicule collectrice de la vacuole contractile. Haplomitose.

3ème Ordre Phytoflagellata Delage et Hérouard (=Phytomastigoda Bütschli = Phytomonadina Blochmann)

C'est à dire Flagellés-végétaux (φυτόν, planté). Leur alimentation est en effet holophytique. Le pharynx est rudimentaire et d'ordinaire nul. La mitose offre diverses variétés de mésomitose ou même de métamitose. La plupart des Botanistes font de ces êtres des végétaux.

Delage et Hérouard admettent 4 tribus:

1° Chloromonadina, avec pharynx rudimentaire; ils sont nus et ont des chloroplastes.

---

(1) (τράχηλος, cou.)

2° Chromomonadina, sans pharynx, nus; des chromoplastes jaunes.

3° Chlamydomonadina, pas de pharynx, une capsule cellulosique, des chloroplastes.

4° Volvocina, sans pharynx, avec chloroplastes formant des colonies englobées dans une substance gélatineuse commune.

Les deux dernières tribus forment ensemble les Phytomonadina de Blochmann.

1ère Tribu Chloromonadina Kleb.

Tous d'eau douce. C'est un groupe de passage:

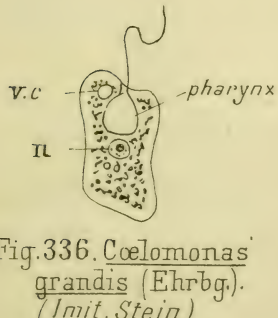


Fig. 336. Cœlomonas grandis (Ehrbg.). (Imit. Stein)

Cœlomonas Stein (fig. 336) ne différerait des Euglènes que par un ectoplasme épais, renfermant les chloroleucites et les vacuoles, l'absence de stigma, l'absence de paramylon: les produits d'assimilation prenant la forme de gouttes d'huile. Même bouche non fonctionnelle, même pseudo-pharynx étroit, ne servant que de réservoir à la vésicule pulsatile, mêmes chloroplastes périphériques. Division sous une enveloppe gélatineuse, par amitose ou mésomitose, non par haplomitose[1]. Conjugaison inconnue. N'est peut-être qu'une Vacuolaria dont le 2ème flagelle n'a pas été vu.

Vacuolaria Cienk. à deux flagelles égaux.
Rhaphidomonas Stein, possède des trichocystes, c'est à dire

(1) Dangeard (Le Bot. XI, 1910, p. 191.)

des sortes de dards, implantés perpendiculairement sous la surface externe : ils paraissent jouer un rôle dans la production du mucus.[1]

2ème Tribu Chromomonadina Kleb.

Pas de bouche, ni de pharynx, ni de vésicule collectrice. Un stigma et deux chloroplastes chargés de chlorophylle, mais masquée par un pigment jaune. On peut y distinguer deux sous-tribus :

a) Cryptomonadina Bütschli

Deux flagelles s'insèrent au fond d'une encoche, qui paraît continuée sur la face ventrale par une gouttière. Division par paumitose ou par amitose[2]. Il peut exister un stade palmelloïde.

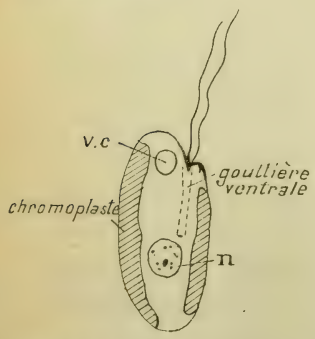


Fig. 337. Cryptomonas ovata Ehrbg.

Cryptomonas Ehrbg. mer et eau douce. Encoche assez profonde, 2 à 3 chromoplastes formant de l'amidon. Künstler[3] y avait décrit un tube digestif complet, une chambre incubatrice, des embryons. Dangeard[4] a montré qu'il s'agissait d'une erreur.

Chilomonas Ehrbg. mer et eau douce. Saprophyte : pas de chromoplastes, mais de l'amidon. D'après Calkins[5] le noyau n'aurait

(1) Dangeard (Le Bot. XI, 1910, p. 186)
(2) Dangeard (Le Bot. XI, 1910, p. 210, 211.)
(3) (Bull. S.Z.F. 1882, p. 33.)
(4) (Le Bot. I, 1889, p. 12.)
(5) (A. Prot. II, 1903, p. 219)

pas de membrane chez C. cylindrica et serait remplacé par des grains chromatiques séparés. Dangeard[1] doute de cette observation. C paramæcium Ehrbg., en tous cas, a un noyau normal[2]. A la division, le noyau envoie un prolongement jusqu'à la base des flagelles (fig. 338, b); puis s'aplatit et se divise par pansitose (c)[3]. Provazek[4] a décrit un rhizoplaste (fig. 338, a)

Cyathomonas de Fromentel.

b) Chromomonadina vera
(= Chrysomonadina Stein)

Pas d'encoche. Beaucoup peuvent devenir amiboïdes et

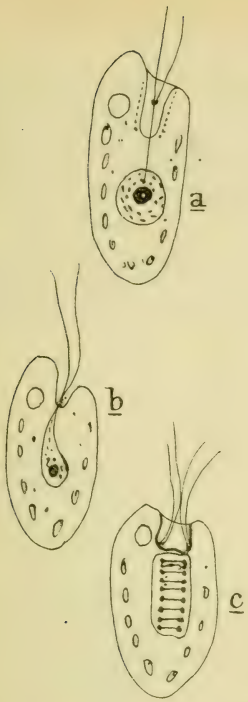


Fig. 338. Chilomonas paramæcium Ehrbg. (imit. Alexeieff)

Fig. 339. Chrysamœba radians Klebs.

(1) (Le Bot. XI, 1910, p. 199.)

(2) Alexeieff (A.Z.E. (5), VI, 1911, p. 520, noté) pense que le Cetramitus chilomonas de Calkins, aussi à noyau sans membrane, doit être Chilomonas paramæcium en voie de division.

(3) Dangeard (l.c., p. 203.); Alexeieff (A.Z.E. (5), VI, 1911, p. 520.); Nägeli (A. Prot. XXV, 1912, p. 295.)

(4) (A. Prot. II, 1903, p. 200.)

Fig. 340. Chromulina Rosanoffi Woronin, *enkystée*.

palmelloïdes[1].

Les uns sont nus.

Chrysamœba Klebs[2] 1 seul flagellum. Peut devenir amiboïde. Représenté pour Scherffel[3] une phase amiboïde de Chromulina.

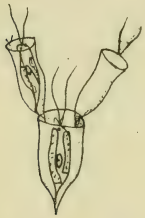


Fig. 341. Dinobryon sertularia Ehrbg.

Chromulina Cienk.[4] peut s'enkyster au-dessus de l'eau, dans un kysté en bouteille et s'y diviser en plusieurs.

D'autres loriqués:

Dinobryon Ehrbg.[5] qui possède 2 flagelles et une coque non fixée. Il peut former des colonies libres (fig. 341)

C'est ici que se rattachent sans doute les Coccolithophora Lohmann[6] et genres voisins, êtres marins très petits, planktoniques, dont la coque est composée de plaquettes calcaires arrondies (fig. 342, a), souvent perforées (b) et en forme de bouton de col, appelées coccolithes. L'être, pour gran-

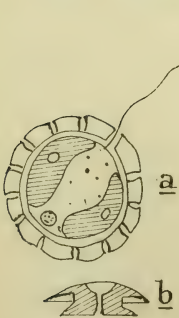


Fig. 342. a. Pontosphæra Hæckli Lohmann
b. Coccolithophora leptophora Murray et Blackman.
Coupe d'un coccolithe.

(1) Pascher (A. Prot. XXV, 1912, p. 178)
(2) (χρύσεος, d'or.)
(3) (A. Prot. XXII, 1911, p. 299.)
(4) (de χρῶμα, couleur.)
(5) (δῖνος, tourbillon; βρύον, mousse).
(6) (κόκκος, grain; λίθος, pierre.)
(A. Prot. 1, 1902, p. 93.)

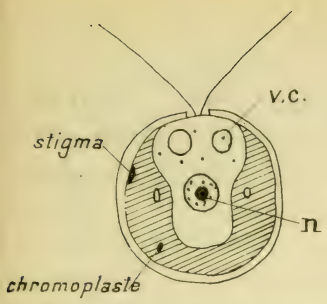


Fig 344. Chlamydomonas

dir, rejetté périodiquement sa coque.

D'autres enfin sont membranés, tels:

Synura Ehrbg.[1], Syncrypta Ehrbg. (fig. 343), qui forment des colonies gélatineuses et passent au groupe des Volvocinés, mais avec des plastes jaunes et non verts.

3ème Tribu Chlamydomonadina Bütschli

Corps dans une capsule cellulosique non déformable. Pas de bouche. La division est une mésomitose ou metamitose.[2]

Chlamydomonas Ehrbg. (fig. 344) Deux flagelles, deux vacuoles contractiles près de leur base. Un stigma rouge latéral. Un chromolencite très volumineux, occupant la majeure partie du corps. Se divise en 2, puis 4, dans sa membrane, par mésomitose.[3] La conjugaison est connue: un individu se divise en 2 à 4 macrogamètes, un autre en 4 à 8 microgamètes, plus petits, mais de même forme que les adultes. Il y a conjugaison totale. Le zigote se divise sous une coque en 2 ou 4

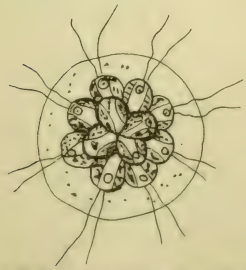


Fig. 343. Syncrypta volvox Ehrbg. (d'ap. Kent)

(1) (σύν, ensemble; οὐρά, queue)
(2) (téléomitose, Dangeard, Le Bot. XI, 1910, p. 182.)
(3) (ou métamitose, Dangeard, Le Bot. VI, 1898, p. 127-130.)

individus qui peuvent devenir libres ou passer à un stade palmelloïde (1).

On place ici, bien qu'il soit incolore et saprophyte, le genre : Polytoma Ehrbg., qui, à part cette particularité, ressemble tout à fait au précédent. La conjugaison y est aussi connue. Il possède un blépharoplaste et un rhizoplaste (2)

Hæmatococcus Agarth, peut être coloré en rouge par une substance spéciale et produire la neige rouge, la pluie rouge.

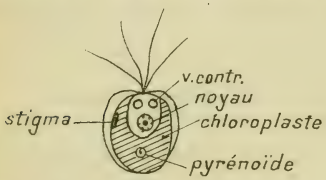


Fig. 345. Carteria cordiformis (Carter)

Carteria Diesing a 4 flagelles (fig. 345). D'après Keeble et Gamble (3) les zoochlorelles de Convoluta roscoffensis Graff, appartiennent à ce genre ; cependant elles n'ont pas de vésicules pulsatiles. Sous la forme à 4 cils, elles se fixent aux coques des œufs et peuvent se multiplier à l'état palmelloïde, soit vert, soit incolore. Au sortir de sa coque, la jeune Convoluta en avale et la Carteria se multiplie à l'état palmelloïde. Il y a d'abord symbiose, le Ver fournissant les substances protéiques, la Carteria fournissant les hydrates de carbone et détruisant les substances azotées de rebut. Mais plus tard la Convoluta cesse de manger et vit en parasite aux dépens de la Carteria.

4ème Tribu Volvocina Ehrenberg.

Ce sont des Chlamydomonades en colonies, dites cœnobies, de forme définie, incluses dans une masse gélatineuse.

---

(1) Dangeard (ibid., p. 134.)
(2) Dangeard (Le Bot. VIII, 1901, p. 10.)
(3) (Q.J. Micr. Sci. LI, 1907, p. 189.)

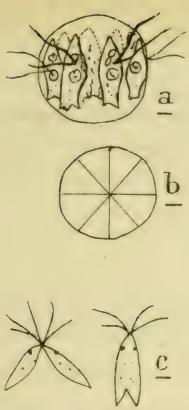


Fig. 346. Stephanosphæra pluvialis Cohn

Stephanosphæra Cohn ; cœnobie composée de 8 individus disposés en une couronne, dans une masse sphérique de gelée de 30 à 60 μ ; ils s'allongent pour toucher la paroi (fig. 346, a). Chaque individu possède deux flagelles, deux vésicules pulsatiles, un stigma. Toutes les cellules sont semblables et peuvent reproduire la colonie. Pour la reproduction agame, une cellule se divise par des plans méridiens en un gâteau plat de 8 cellules (b), qui est mis en liberté et reforme une colonie. Plus tard, chacun des individus peut se diviser en 16 à 32 gamètes à deux flagelles, qui se conjuguent par isogamie (c). Le zygote s'enkyste et hiverne. Au printemps il se divise en 4 cellules, dont chacune reformera une colonie. Ici donc tous les individus sont semblables et peuvent jouer le même rôle.

Chez Pandorina Bory, la cœnobie est composée de 16-24 individus, disposés en sphère : ceux qui sont antérieurs dans la progression ont un stigma plus gros que les autres, mais tous peuvent encore être reproducteurs. Pour cela, l'un des individus rentre dans la cœnobie et se divise d'une façon spéciale, par mésomitose (télémitose de Dangeard) : les deux premiers plans (fig. 347, a, 1 et 2) sont méridiens et perpendiculaires entre eux ; puis chaque quartier se recoupe par un plan (3) à peu près parallèle aux deux premiers, mais légèrement oblique : Il en résulte 8 cellules, formant un gâteau un peu incurvé en ca-

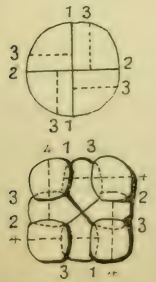


Fig. 347. Pandorina.

lotte (1)

Le passage à 16 cellules se fait par d'autres plans (4) dont la trace est indiquée sur la figure (b) et qui sont aussi un peu obliques, ce qui accentue la forme incurvée : la cœnobie devient sphérique. Plus tard d'autres petits gâteaux de 8 cellules, formés de même, se dissocient et deviennent des gamètes qui se conjuguent par isogamie.

Volvox L. (emend. Ehrbg.) par exemple V. globator Ehrbg. (fig. 348-349), commun dans les eaux douces de nos régions, constitue de grosses colonies sphériques, de 400 à 800 μ de diamètre, composées de très nombreux individus aplatis (dans cette espèce) et réunis entre eux par des ponts de protoplasme. Chacun présente (fig. 348, b) deux flagelles, deux à six vésicules pulsatiles, un gros chloroleucite et, (ceux de l'hémisphère antérieur) un stigma. Vers l'équateur de la sphère, le stigma se réduit ; les individus postérieurs

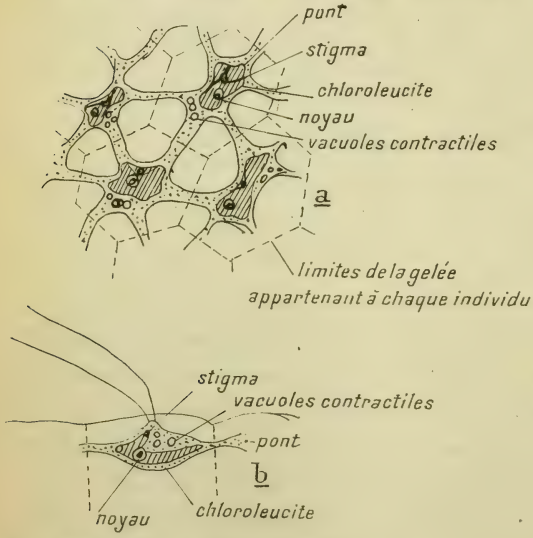


Fig. 348. Volvox globator Ehrbg.
a. vue d'une partie de la surface ;
b. coupe d'un individu somatique
(Imité de C. Janet, Le Volvox, Limoges 1912)

(1) Dangeard (Le Bot. I, 1889, p. 152.)

n'en ont pas. Il y a quelques individus, 8 environ, situés vers le pôle postérieur, qui sont prédéterminés pour la reproduction agame : ce sont des agamontes. Ces individus perdent leurs flagelles, rentrent dans la gelée et se divisent suivant le même

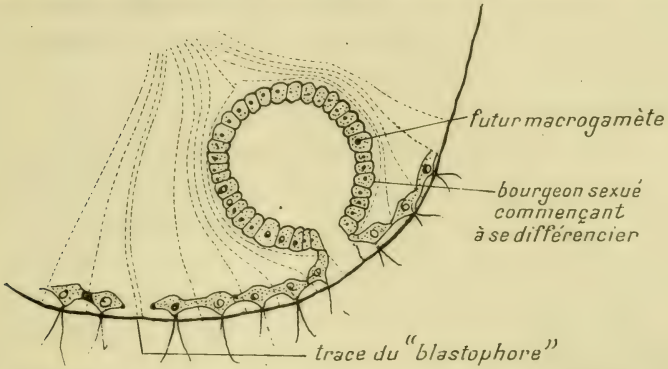


Fig. 349. Volvox globator, Schéma de la Coupe axiale d'un individu asexué (Imit. de C. Janet).

mode que Pandorina, mais sans que les cellules-filles perdent leurs relations protoplasmiques entre elles ni avec les autres individus : la segmentation se continue aussi plus longtemps et aboutit à la formation d'un bourgeon en forme de sphère creuse (fig. 349), à blastopore (si l'on peut s'exprimer ainsi) du côté externe. Chacune des cellules de la sphère se munit de cils du côté externe ; la sphère devient libre ; quand toutes les cellules reproductrices ont fait de même, la colonie mère, composée de cellules stériles ou somatiques, meurt.

A l'automne, 5 à 10 individus de la région postérieure rentrent dans la masse, toujours sans perdre leurs relations protoplasmiques avec les individus voisins, et se segmentent de même ; mais la division se poursuit moins longtemps ; il se forme une colonie abortive, incomplè-

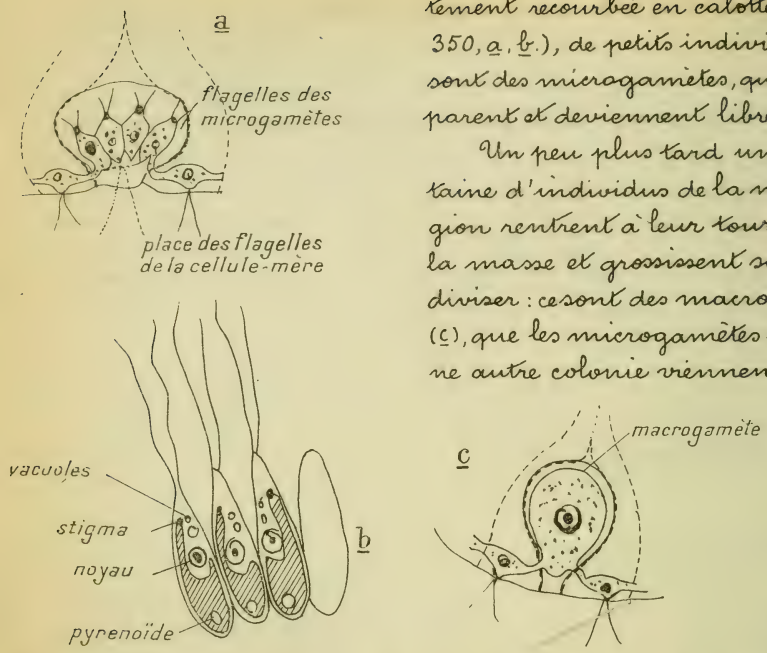


Fig. 350. Volvox globator; a, jeune colonie de microgamètes (Schéma); b, microgamètes se séparant (d'ap. C. Janet); c, macrogamète (d'ap. C. Janet)

tement recourbée en calotte (fig. 350, a, b.), de petits individus; ce sont des microgamètes, qui se séparent et deviennent libres.

Un peu plus tard une trentaine d'individus de la même région rentrent à leur tour dans la masse et grossissent sans se diviser: ce sont des macrogamètes (c), que les microgamètes nés d'une autre colonie viennent féconder sur place. Le zygote s'enkyste et la colonie mère se détruit.

Au printemps, le zygote se segmente, toujours par le même procédé et reforme l'adulte dont nous sommes partis.

Le nombre des individus n'augmente pas dans la colonie adulte.

Il y a lieu aussi de remarquer, aussi bien dans la colonie-fille née par voie agame que dans les colonies de microgamètes, une inversion des pôles: car l'extrémité flagellée de la cellule-mère répond à la face interne de la sphère, c'est à dire à l'extrémité non flagellée des cellules-filles. Dangeard chez Pandorina morum[1] croit avoir vu que toutes les cellules

(1) (Le Bot. VII, 1901, p. 207.)

de la colonie fille se retournent bout pour bout. Mais Merton chez Pleodorina illinoisensis (1) figure un microgamète portant encore à son extrémité antiflagellaire les deux flagelles de la cellule mère. donc il n'y a pas eu de retournement, mais seulement changement de polarité des cellules-filles.

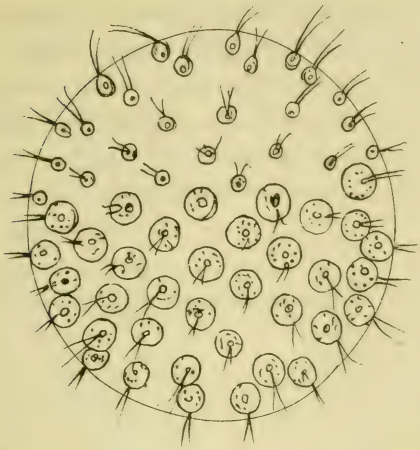


Fig. 351. Pleodorina californica Shaw. (d'ap. Chatton)

Pleodorina Shaw, en colonies ovalaires (fig. 351.), présente un nombre à peu près constant d'individus (128 chez P. californica), disposés d'une façon définie; les cellules végétatives et les cellules reproductrices sont de taille très différente; ces dernières n'ont pas de stigma. Il y a des colonies asexuées, des colonies donnant exclusivement des microgamètes et d'autres, plus grosses, donnant exclusivement des macrogamètes.(2)

Il y a chez ces êtres tendance manifeste à la constitution d'individus multicellulaires, puisque tous les individus d'une même colonie ne sont plus rigoureusement semblables, ni interchangeables. Il y a en effet distinction en cellules végétatives qui meurent et cellules reproductrices, c'est à dire entre un soma et un germen. Remarquons aussi que la forme

(1) (Z.W.Z. XC, 1908, pl. XXVII, fig. 6.)

(2) Chatton (Bull. Sci. France-Belg. – XLIV, 1910, p. 309.)

sphérique rappelle la blastula et qu'elle est produite par une segmentation suivant des règles constantes et différant de la simple division en long, habituelle chez les Flagellates. Chatton[1] compare la disposition des cellules d'une colonie de Pleodorina à l'amphiblastula des Eponges. Il y a là une série de rapprochements avec les Métazoaires, bien qu'il soit difficile de croire que les Volvox, avec leurs cellules manifestement différenciées dans le sens végétal, soient les ancêtres des animaux Métazoaires.

Caractères : Ordre 3 : Phytoflagellata

Flagellatés sans bouche ni pharynx (parfois un rudiment), holophytiques (parfois saprophytes). Mésomitose ou métamitose.

2ème Sous-classe Silicoflagellata Borgert

Petits Flagellés marins, à squelette siliceux assez spécial.

Distephanus Stöhr (fig. 352) est un petit Flagellé de 20 μ environ, contenant des chromoplastes jaunes, un noyau à caryosome, et portant un seul flagelle. Il n'y a pas de bouche. Le squelette est formé de deux anneaux, réunis par des tigelles, de façon à former un tronc de pyramide. Le tout est formé de tiges siliceuses creuses.

---

(1) (Bull. sci. France-Belg. — XLIV, p. 326.)

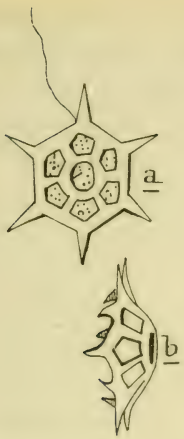


Fig. 352. Distephanus speculum (Ehrbg.) (d'ap. Borgert); a, face; b, profil.

Ces êtres avaient été pris par Hæckel pour des Radiolaires. Borgert a montré que c'était leur squelette qui était employé par certains Radiolaires pour s'en faire une coque adventice de corps étrangers.

Dictyocha Ehrbg.[1] est peu différent Ebria Borgert à deux flagelles.

Il est peut être exagéré de faire avec Borgert[2] de ce petit groupe une sous-classe ou un ordre spécial. Lammermann[3], Pascher[4] et Doflein[5] en font des Chromomonadines, dont ils ne diffèrent guère que par leur squelette.

3ème Sous-classe Dinoflagellata Bütschli

(= Peridinea Klebs[6])

Deux flagelles à angle droit, l'un longitudinal, l'autre transversal.

---

(1) (δίκτυον, réseau; ἔχω, j'ai.)
(2) (Z.W.Z. LI, 1891, p. 661.)
(3) (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XIX, p. 247.)
(4) (A. Prot. XXV, 1912, p. 193.)
(5) (Lehrbuch, p. 508.)
(6) (περί, autour; δῖνος, rotation.)

Nous prendrons pour type un

Peridinium Ehrenberg emend. Stein, animal pélagique marin ou d'eau douce. Il porte deux sillons, l'un longitudinal, limité à la région ventrale moyenne du corps, l'autre transversal, légèrement spiralé et aboutissant au précédent par ses deux bouts. Ces sillons logent les deux flagelles, qui naissent non loin l'un de l'autre. Grâce à leurs mouvements, l'animal progresse en tournant sur son axe, le flagelle longitudinal en arrière. Le mouvement vibratoire du flagelle transversal, ondulant de la base à la pointe, l'avait fait prendre jadis pour une rangée de cils, d'où le nom de Cilioflagellata, longtemps donné au groupe. C'est Klebs[1] qui a découvert la disposition réelle.

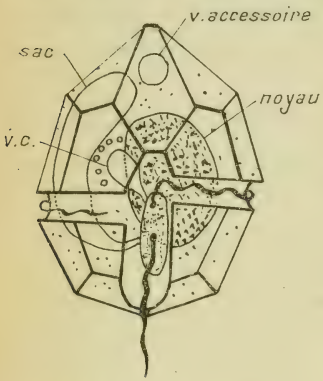


Fig. 353. Peridinium. (Schéma)

L'animal est couvert d'une cuticule cellulosique, composée de plaques, très variables suivant les genres. Le sillon transversal divise la carapace en deux valves, appelées épi- et hypothèque. Il y a des plaques spéciales pour les sillons. Celle (ou celles) qui ferme le sillon longitudinal laisse, du côté gauche (de l'animal), un espace où le cytoplasma est à nu. Il y a de plus d'ordinaire un pore apical. Les plaques de la carapace ont leur bord en biseau, se recouvrant, et soudés par un ciment. Elles sont percées de fins pores caractéristiques, qui pourtant semblent ne pas traverser toute l'épaisseur, mais laisser une mince couche interne imperforée. Des ornements variés

(1) (Untersuch. Bot. Inst. Tübingen, I, 1883.)

décorent la surface extérieure.

Il y a un ectoplasme assez compact renfermant des chromoplastes jaunes ou bruns, des grains d'amidon, etc. Aussi l'alimentation est-elle surtout holophytique et beaucoup d'auteurs font-ils des Dinoflagellés des végétaux. Pourtant on a vu chez quelques uns, l'ingestion de proies [1]. L'endoplasme est vacuolaire.

L'appareil pulsatile est très spécial et caractéristique. Schütt [2] y décrit une vésicule, ressemblant à une vacuole pulsatile, entourée de vésicules formatrices et s'ouvrant près de la base des flagelles par un canal préformé. Cette vésicule a une paroi propre; elle parait se contracter peu et irrégulièrement. Schütt lui donne le nom de Sammelpusule.

Ajoutons que Hoford [3] doute qu'elle soit contractile et croit que les soi-disant vésicules formatrices se détachent au contraire de celle-ci et vont se décharger par osmose à la surface, par un mouvement inverse de celui des vésicules pulsatiles ordinaires.

A côté, il existe une grande vésicule, dite réservoir ou sac (Sackpusule de Schütt) et quelquefois plusieurs accessoires. Elle s'ouvre, indépendamment de la première, par un canal spécial et parait servir surtout d'appareil hydrostatique.

Le noyau est très gros (ce qui est exceptionnel chez

---

(1) Dangeard (Le Bot. III, 1892, p. 12.)

(2) (S.B. Ak. Berlin, 1892, p. 377.; Ergeb. Plankton Exp. IV, 1895; et in. Engler et Prantl, D. natürl. Pflanzenfamilien, 1896.)

(3) (A. Prot. XVI, 1909, p. 36.)

les Flagellatés), sans membrane nette, contenant un réseau régulier de linine portant aux nœuds de petits grains de chromatine, ce qui donne à l'ensemble un aspect régulier caractéristique. Il y a de plus un ou plusieurs nucléoles.

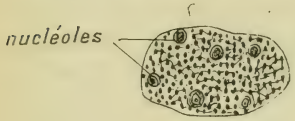


Fig. 354. Noyau de Peridinium.

L'animal peut s'enkyster dans sa coque qui se détruit ensuite.

Soit à l'état libre, soit sous un kysté, il peut se diviser. Dans le premier cas la séparation de la coque se fait obliquement (fig. 355) de façon que chaque individu en emporte la moitié et doit sécréter à nouveau le reste. La division n'est donc pas franchement longitudinale comme c'est la règle chez les Flagellés. Sous un kysté, la division peut donner deux ou quatre individus. On a signalé aussi la division en un plus grand nombre de zoospores, du type dinoflagellé, dont on ignore la destinée.

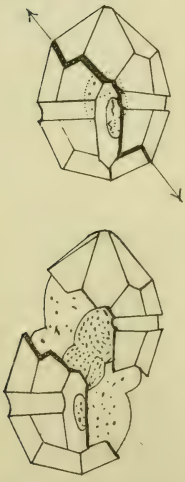


Fig. 355. Schéma de la division.

La division nucléaire paraît être une haplomitose. Les filaments de linine se disposent d'ordinaire parallèlement au petit axe du noyau. Les grains de chromatine se placent à leur surface en chapelet, puis le tout s'étrangle et les filaments se coupent transversalement.

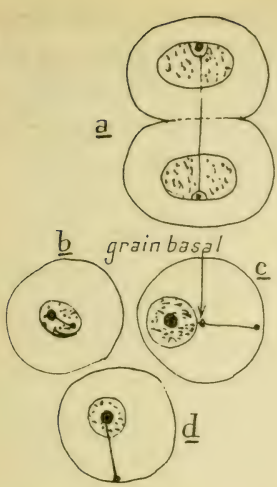


Fig. 356. Mitose de Gymnodinium fucorum (d'ap. Jollos.)

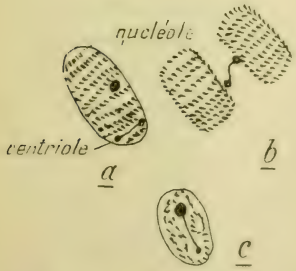


Fig. 357. Mitose de Ceratium. (imit. Jollos.)

Jollos[1] a décrit chez Gymnodium fucorum Hinter un centriole dans un caryosome et une haplomitose typique (fig. 356, a). La mitose achevée, caryosome et centriole subissent une division hétéropolaire (b). Le petit produit sort du noyau et se subdivise en 2 : une moitié devient le grain basal du flagelle transversal, l'autre l'extrémité distale de ce flagelle, qui aurait ainsi la valeur d'une centrodesmose (c), Cf. Trypanosoma noctuæ (fig. 276)]. Pour le flagelle longitudinal, il y a une 2ème division hétéropolaire du caryosome (d); mais le grain produit devient directement l'extrémité du flagelle : il part directement du caryosome et n'a pas de grain basal distinct. Chez divers Ceratium, Jollos trouve aussi un centriole, qui se place en un point quelconque du noyau et s'y divise par étranglement (fig. 357, a). Il occupe aussi une position variable dans l'haplomitose qui suit (b). Ensuite, une division hétéropolaire (c) du centriole parait se produire, mais la suite n'a pas été vue. Borgert[2] n'a pas vu de centriole; mais il y a dédoublement longitudinal des chromosomes avant leur division transversale. Gläser[3] pense que le centriole de Jollos est seulement un corps intermédiaire, comparable a celui de Coccidium Schubergi.

(1) (A. Prot. XIX, 1910, p. 184)
(2) (A. Prot XX, 1910, p. 11.)
(3) (A. Prot. XXV, 1912, p. 109.)

22e L.

Zederbauer[1], Entz[2] ont décrit une conjugaison. Le premier chez Ceratium voit deux individus s'accoler par leur bouche, émettre et confondre leur protoplasma et donner une masse ronde qui s'enkyste. Mais on n'a pas vu la fusion des noyaux et Jollos[3] a vu un individu isolé émettre ainsi son protoplasma et l'entourer d'un kyste, sans qu'il y ait eu conjugaison. Celle ci reste donc douteuse.

Classification

On peut y distinguer 3 ordres :

1° Adinida : pas de sillons, carapace bivalve ;

2° Dinifera : des sillons normaux ;

3° Blastodinida : caractères péridiniens n'apparaissant que chez la larve.

1er Ordre Adinida Bergh.

Ce sont des Dinoflagellatés inférieurs, n'ayant pas encore les caractères typiques : ils n'ont pas de sillons et leurs flagelles ne montrent qu'imparfaitement le caractère péridinien. Leur coque cellulosique est simplement bivalve. Mais la structure perforée des valves, l'existence de chromoplastes jaunes, les caractères du noyau et de la vésicule pulsatile, les rapprochent des

Fig. 358. Exuviella marina Cienk.

(1) (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXII, 1904, p. 1)

(2) (Math. u. Naturw. Abh. Ungarn. XXVI, 1903, p. 246)

(3) (l.c. p. 198.)

Péridiniens. A la division, chaque individu emporte une des valves et reforme l'autre. Tous sont marins.

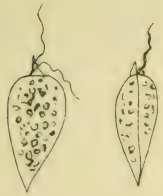


Fig. 359. Prorocentrum micans Ehrbg.

Exuviella Cienkowsky (fig. 358) a le corps ovoïde, de 50 μ environ. Les flagelles sortent par une fente ménagée entre les valves. Ils sont presque égaux. Dans le mouvement, l'un est en avant, l'autre de côté.

Prorocentrum Ehrbg.[1] en forme de cœur ou d'amande, avec une épine à une valve, à côté des flagelles.

2ème Ordre Dinifera Bergh.

Ici prennent place les Péridiniens typiques, avec leurs deux sillons, longitudinal et transversal.

Peridinium Ehrbg. emend. Stein, est notre type. Il y en a de marins et d'eau douce. Atteignent 150 μ.

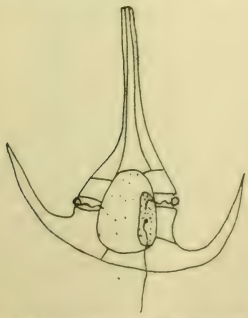


Fig. 360. Ceratium tripos (Ehrbg.)

Ceratium Schrank emend. Stein, (fig. 360) (κεράτιον, petite corne) (= Hirundinella Bory de St Vincent.). Mer et eau douce. Les formes d'eau douce sont vertes. Une corne supérieure, parfois démesurée, terminée par un pore, et 1 à 4 cornes inférieures, le plus souvent 2. Carapace à grand orifice antérieur, fermé seulement

(1) (πρῶρα, proue ; κέντρον, épine.)

Fig. 361. Division de Ceratium (Schéma)

par une membrane mince, qui porte le sillon longitudinal. La division est oblique et elle reste parfois incomplète (fig. 361), ce qui donne des chaines d'individus. 30 à 40 μ.

Une série de formes marines ont l'épithèque (c'est-à-dire la partie du corps qui surmonte le sillon transversal) très réduite. Le reste du corps s'allonge alors chez Amphisolenia Stein (fig. 362, a) ou se garnit de pointes et d'épines qui lui donnent un aspect très étrange. Les bords des sillons peuvent aussi se prolonger en crêtes (Ceratocorys Stein (fig 362, b)) tout cela augmente la surface, comme il arrive si souvent chez les êtres pélagiques.

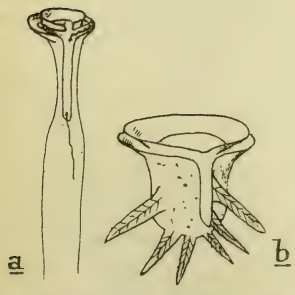


Fig. 362. a. Amphisolenia globifera Stein; b. Ceratocorys horrida Stein;

Un bon nombre de marins sont phosphorescents. Cels Pyrodinium Plate [1], où la lumière paraît émise par un corps entouré de gouttes d'huile, situé au pôle inférieur. L'auteur donne une magnifique description des effets de cet être, dans une petite lagune, aux Bahamas.

(1) (A. Prot. VII, 1906, p. 411.)

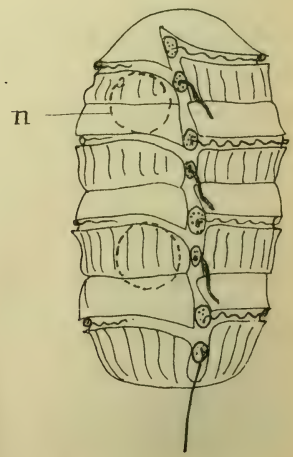


Fig. 363. Polykrikos Schwartzi Bütschli

Polykrikos Bütschli (dont il faisait un ordre spécial, les Polydindes) (fig. 363) est un Péridinien colonial, ou plutôt incomplètement divisé transversalement : il y a plusieurs sillons transversaux et un seul sillon longitudinal, mais contenant autant de fouets longitudinaux qu'il y a de sillons transversaux. Le nombre des noyaux est moindre : la division des noyaux est en retard sur celle du corps. Il existe dans le cytoplasme des nématocystes sans noyaux, formés par l'animal lui même.[1]

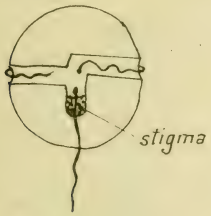


Fig. 364. Glenodinium cinctum Ehrbg.

D'autres formes sont au contraire plus simples. Glenodinium Ehrbg. emend. Stein[2] : marin et d'eau douce, à cuirasse mince, formée de deux valves sans structure, séparées par un sillon transversal. Un stigma.

Gymnodinium Stein, de forme typique, mais sans cuirasse : seulement une cuticule mince et lisse. Beaucoup sont incolores et ont alors une nutrition holozoïque : ils capturent des proies par des sortes de pseudopodes[3]

Poucheria Schütt : est un Gymnodinium à corps tordu dans le même sens que le sillon transversal : le sillon longitudinal décrit un tour de spire, le transversal deux tours complets. Souvent un œil compliqué, comprenant une tache pigmentaire et un cristallin.

Oxyrrhis Dujardin[4], longtemps placé dans les Cryptomonades, doit prendre place ici. Son sillon transversal est peu net, mais les

---

(1) (Kofoid. Z. Anz. XXXI, 1907, p. 291.) (Cf. Bull. S.Z.F. 1913, p. 289 1914, p. 17, 45)

(2) (γλήνη, œil)

(3) (notamment Dangeard, Le Bot. III, 1892, p. 12.)

(4) (ὀξύς, pointu ; ῥίς, nez.)

Fig. 365. Oxyrrhis marina Duj. (imit. Keysselitz)

flagelles ont la disposition caractéristique. Noyau à caryosome et centriole; division presque transversale par haplomitose.[1] Marin; 10-30 μ.

Ici se place aussi Erythropsis agilis R. Hertwig[2], marin, dont Delage et Hérouard[3] ont deviné la vraie nature, aujourd'hui admise.[4]

3ème Ordre Blastodinida Chatton

Ordre créé par Chatton pour des êtres qui ne prennent l'aspect péridinien qu'à l'état de larve. Le type du groupe est le genre:

Blastodinium Chatton[5], trouvé à Banyuls dans l'intestin moyen de Copépodes pélagiques. C'est une cellule allongée, de 150 à 200 μ de longueur, à cuticule mince, portant sur deux tours de spire une ligne de courtes épines (fig 366. a). Il y a deux noyaux énormes, contenant des chapelets de grains chromatiques alignés (disposition caractéristique des Dinoflagellés) et traversés par des filets protoplasmiques, qui augmentent sa surface, facilitent les échanges nutritifs et le vascularisent, en quelque sorte[6]. Il y a des chromoplastes jaunes.

---

(1) Keysselitz (A. Prot. XI, 1908, p. 337.); Senn (Z.W.Z. XCVII, 1911, p. 605.)

(2) (Morph. Jahrb. X, 1885, p. 204.)

(3) (Traité I, p. 388.)

(4) Pavillard (Thèse, botanique, Paris, 1905, p. 48.); Doflein (Lehrbuch, p. 529); Minchin (Introduction p. 277).

Pour C. Vogt (Z. Anz. VIII, 1885, p. 53.), c'était une Vorticelle, en train d'avaler un corps marginal de Méduse; pour Metschnikoff (Z. Anz. VIII, 1885, p. 433) c'était une Acinète.

(5) (C.R. Ac. Sci. CXLIII, 1906, p. 981.)

(6) (Bull. S.Z.F. XXXVIII, 1913, p. 68.)

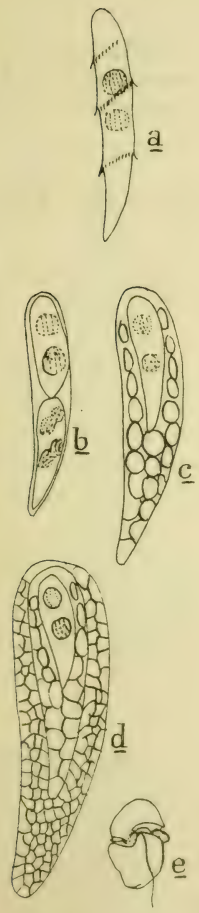


Fig. 366. Blastodinium Pruvoti Chatton.

Chaque noyau se divise en deux et le cytoplasma donne deux cellules binucléées, chacune à cuticule distincte (b) La cellule inférieure se divise rapidement en un grand nombre de microcytes qui remplissent la coque primaire (c). Puis la cellule supérieure (macrocyte) se divise encore en deux dans sa coque: l'inférieure se subdivise en un grand nombre de microcytes de seconde génération, contenus dans la coque du macrocyte primaire (d) Le parasite peut alors atteindre 400 μ; Il comprime les organes génitaux de son hôte et en arrête le développement. La cellule supérieure est un nouveau macrocyte qui continue le même processus. Il peut y avoir ainsi, dans certaines espèces, jusqu'à 8 générations de microcytes emboîtés. Mais à un certain moment la coque externe éclate et les microcytes de 1ère génération sont mis en liberté. Ils sortent de l'hôte sous la forme de petits Gymnodinium de 15 à 17 μ de long (e). Chatton a vu ces spores s'enkyster, mais n'a pu suivre leur sort ultérieur. Cet être est donc longtemps pluricellulaire et passe ainsi aux Mésozoaires.

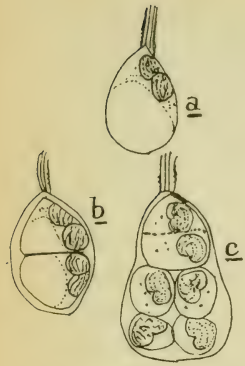


Fig.367. Apodinium mycétoïdes Chatton.

Apodinium Chatton[1] vit fixé à demeure entre les deux orifices cloacaux de l'Appendiculaire Fritillaria, au moyen d'un pédicule de 150μ. L'animal possède un noyau et est distendu par une grosse vacuole, pleine de liquide (fig. 367, a). Comme dans le genre précédent, sa cellule, d'abord unique, se divise en deux (b); la distale se subdivise en microcytes, puis la cellule proximale (macrocyte) se divise de nouveau en deux éléments (c), dont le distal produit une nouvelle génération de microcytes. La coque externe crève de bonne heure, mettant en liberté les microcytes sous forme gymnodinienne.

Syndinium Chatton[2] a la forme d'une sphère plasmodiale, située dans le cœlome de Copépodes pélagiques. Cette plasmodie se découpe en cellules, qui sont mises en liberté par la mort de l'hôte, sous forme gymnodinienne, ou plutôt d'Oxyrhis. Il y a deux sortes d'individus, donnant des spores de taille et d'aspect différent: ce sont probablement des gamètes.

En effet Duboscq et Collin ont vu la conjugaison de spores à forme Oxyrhis dans un parasite de Tintinnide.[3]

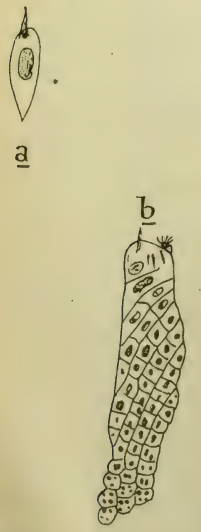


Fig.368. Haplozoon armatum Dogiel.

Il faut rattacher ici d'après Chatton[4] Haplozoon Dogiel[5] parasite du tube digestif d'Annélides. Jeune c'est

---

(1) (C.R. Ac. Sci. CXLIV, 1907, p. 282.)
(2) (C.R. Ac. Sci. CLI, 1910, p. 654.)
(3) (C.R. Ac. Sci. CLI, 1910, p. 340)
(4) (Bull. S.Z.F. XXXIII, 1908, p. 134.)
(5) (Z.W.Z. LXXXIX, 1908, p. 417; ibid. XCIV, 1910, p. 400.)

une cellule pourvue d'un stylet fixateur et d'un gros noyau, à chromatine en chapelet, du type péridinien, se divisant par haplomitose. Il produit une file de cellules. Celles-ci se recoupent perpendiculairement ou obliquement, selon les espèces, produisant une lame de tissu. Il existe chez l'adulte des myonèmes longitudinaux dans la tête et un bouquet de pseudopodes, traversant la cuticule et probablement absorbants. Dogiel n'a pas vu le sort ultérieur des cellules qui se détachent. Il fait de ces êtres un groupe de Mésozoaires appelé Catenata. Chatton suppose que les cellules, devenues libres, prennent la forme gymnodinienne.

Fig. 369. "Gymnodinium" pulvisculus Pouchet (imit. Dogiel).

Ici se place le type décrit par Pouchet[1] qu'il appelait Gymnodinium pulvisculus et qu'il faudra sans doute séparer de ce genre. Il vit fixé sur les Appendiculaires et a été revu par Dogiel[2]. Il possède un faisceau de pseudopodes qui le fixent. Dogiel y a décrit une pusule. Pouchet l'a vu donner par division répétée des larves gymnodiniennes.

Ellobiopsis Caullery[3], revu par Contière[4] qui y a décrit deux noyaux, est fixé sur des Copépodes pélagiques et présente une cloison transversale. Les types décrits par Collin[5] se cloisonnent transversalement, comme des Haplozoon, et renferment de nombreux noyaux.

Fig. 370. Ellobiopsis Chattoni Caullery.

(1) (J. Anat. Physiol. XXI, 1885, p. 28.)
(2) (Z.W.Z. XCIV, 1910, p. 433, pl. XIV, fig. 41.)
(3) (Bull. Sci. France-Belg. XLIV, 1910, p. 201.) (ἐλλόβιον, pendant d'oreille.)
(4) (C.R. Ac. Sci. CLII, 1911, p. 409.)
(5) (C.R. Ac. Sci, CLVI, 1913, p. 1332.)

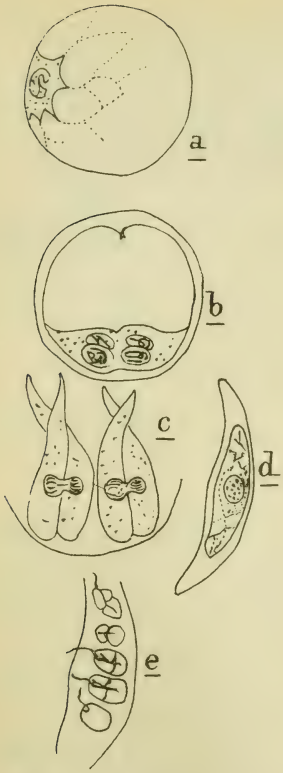


Fig. 371. Pyrocystis lunula (Schütt) (imit. Doziel)

Enfin c'est sans doute aussi à ce groupe qu'il faut rapporter des animaux décrits sous le nom de Gymnodinium par Dogiel et dont Murray a fait le genre Pyrocystis. P. lunula (Schütt), d'après Dogiel [1] sphère du plankton de Naples entourée d'une membrane kystique. Le protoplasme est rejeté d'un côté avec le noyau, du type péridinien; le reste est occupé par un liquide, entouré d'un réseau lâche de cytoplasma (fig. 371, a). Il y a des chromoplastes jaunes. Le noyau se divise (b) et le contenu du kyste se résout en 16 cellules. Celles-ci prennent la forme de croissants allongés (c) et deviennent libres (d) par rupture du kyste. A leur intérieur le cytoplasme se concentre et se divise en 8 spores de forme gymnodinienne (e). Mais souvent il ne se forme que 8 croissants et dans chacun il n'y a souvent que 1, 3, 5 ou 6 spores. Dogiel suppose que ces spores sont des gamètes qui se conjuguent. D'autres espèces sont parasites d'œufs de Copépodes pélagiques.

Caractères :

Ordre 1e **Adinida** : Péridiniens inférieurs, à coque bivalve, sans sillons, à deux flagelles presque égaux, l'un antérieur, l'autre latéral.

Ordre 2e **Dinifera** : Péridiniens normaux, à sillon longitudinal et transversal (parfois plusieurs); flagelles ayant la disposition typique.

Ordre 3e **Blastodinida** : Animaux ne prenant le caractère

---

(1) (Mt. Neapel, XVIII, 1906, p. 1.)

typique des Péridiniens qui à l'état de larve (ou de gamète).

3ème Sous-classe Dinoflagellata.

Flagellates à deux flagelles disposés à angle droit, l'un transversalement à l'axe.

4ème Sous-classe Cystoflagellata Hæckel

(κύστις, vésicule)

Animaux marins, pélagiques, comme gonflés de substance gélatineuse.

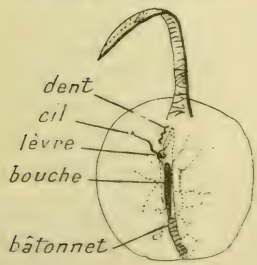


Fig. 372. Noctiluque (Schéma)

Le type le plus commun est: Noctiluca miliaris Suriray, animal marin, pélagique, cosmopolite (fig. 372.). C'est une sphère molle, transparente, jaunâtre, ayant l'aspect et la dimension (1mm et plus) d'un grain de tapioca. Mais la forme est plutôt celle d'un abricot, car il existe sur la face dite ventrale un sillon assez profond, le péristome, au fond duquel est la bouche. En avant du péristome s'insère un gros tentacule, appelé assez improprement flagellum, qui peut se rabattre sur la bouche. Du coté droit du péristome, une saillie mousse et molle, appelée dent et au dessous, juste devant la bouche, une lèvre. A l'extrémité supérieure de la bouche s'insère un petit flagellum, appelé le

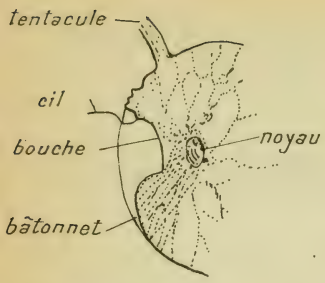


Fig. 373. Noctiluque. Schéma d'une Coupe sagittale.

cil. Au dessous de la bouche, le fond du sillon forme une surface allongée, plissée transversalement et d'une réfringence spéciale : on l'appelle très improprement le bâtonnet (Stabor-gan).

L'animal est revêtu d'une cuticule mince, mais résistante, qui fait défaut seulement à la bouche. La plus grande partie du corps est occupée par une substance gélatineuse, et le protoplasma est accumulé en petits amas derrière la bouche : de là partent des tractus, qui forment un fin réseau à travers la substance aqueuse et vont se fixer à la cuticule. En particulier des tractus nombreux vont se fixer au bâtonnet (fig. 373.). Il existe des gouttes de graisse et quelques granulations pigmentaires jaunâtres, mais pas de chromoplastes. L'alimentation est en effet holozoïque : l'animal mange des Diatomées, des larves diverses, même des Copépodes, qui sont englobées dans des vacuoles alimentaires. Il n'y a pas de vésicule pulsatile.

Le tentacule, gros, aplati du dos au ventre, est strié transversalement du côté ventral, granuleux sur sa face dorsale. Fauré-Fremiet a montré que ces grains étaient des mitochondries, de 1 μ de diamètre, nombreuses surtout vers l'extrémité libre.(1)

Fig. 374. Tentacule de Noctiluque (d'ap. Fauré)

Le noyau, situé dans la masse cytoplasmatique, est gros et vésiculeux, avec quelques nucléoles. Contre lui se

(1) (A. Anat. Micr. XI, 1909, p. 523.)

trouve une masse spéciale d'archoplasma : c'est la sphère d'Ishikawa (fig. 375, b).

Ainsi constitué, l'animal flotte dans la mer, aidé des mouvements de son tentacule qui bat lentement (5 fois par minute d'après Vignal [1]).

On sait que les Noctiluques sont l'agent principal de la phosphorescence de la mer, d'où leur nom (nox nuit, lucere luire). Ce sont des gouttes de graisse qui deviennent lumineuses. La nuit, la chaleur, l'électricité augmentent la luminosité. Celle ci continue (Vignal) dans l'eau bouillie; l'oxygène libre n'est donc pas indispensable. Massart [2] a observé une sorte de "mémoire" de la nuit : même soumis à un éclairage ou à une obscurité constants, les Noctiluques brillent davantage aux heures correspondant à la nuit.

L'animal peut muer, c'est à dire rejeter sa mince membrane [3]. Il ne semble pas s'enkyster.

La division a lieu par le plan du péristome. L'animal résorbe tous ses organes externes et devient régulièrement sphérique.

La mitose est très spéciale et parait sous la dépendance de la sphère. Ishikawa [4], Doflein [5] croient que la sphère apparait seulement peu avant la mitose. Calkins [6] affirme qu'elle persiste même au repos. La linine se dispose en filaments portant des chapelets de grains chromati.

---

(1) (A. Physiol. norm. et path. (2), V, 1878, p. 415.)

(2) (Bull. sci France-Belgique XXV, 1893, p. 59.)

(3) Plate (Z. Jahrb. Anat. III, 1888, p. 176.)

(4) (J. Coll. Sci. Tokyo, VI, 1894, p. 298, et XI, 1899, p. 243.)

(5) (Z. Jahrb. Anat. XIII, 1900, p. 10.)

(6) (J. Morph. XV, 1899, p. 718; A. Prot. II, 1903, p. 226.)

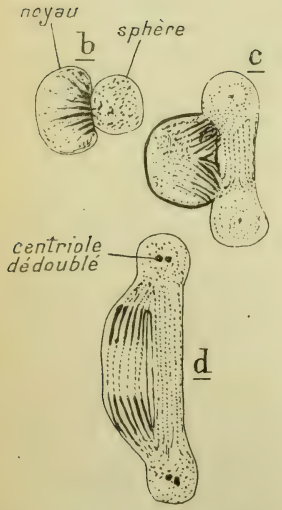


Fig. 375. Mitose de Noctiluque; a. d'ap. Dolfein; b. coupes sagittales, d'ap. Calkins.

ques, orientés vers la sphère (fig. 375, b). Puis celle-ci s'allonge en haltère, forment un fuseau archoplasmique (a, c). Le noyau se creuse d'une gouttière, de façon à entourer presque complètement cette formation (a). Dans le noyau, les chapelets de grains (chromosomes ?) se séparent en deux groupes, orientés vers les deux pôles du fuseau archoplasmique (c)[1]. Le noyau s'allonge parallèlement au fuseau archoplasmique et forme lui-même une sorte de fuseau, qui s'étire et se coupe comme le premier (d). Pour Doflein[2] la membrane du noyau persiste, entière, pendant toute la mitose. D'après Yshikawa (1899) et Calkins elle se détruit, au moins du côté de la sphère, et des fibres, issues des pôles du fuseau archoplasmique, vont se fixer aux chromosomes. Calkins croit avoir vu un centriole, d'abord situé dans le noyau au repos, passer dans la sphère au début de la mitose, s'y diviser, prendre les pôles du fuseau archoplasmique (où il se dédouble encore (d)) et disparaître à la fin. Doflein doute

(1) (d'après Calkins il y aurait même division en long de ces chromosomes
(2) (l. c. p. 25; Lehrbuch, p. 165.)

de cette observation.

On a décrit à plusieurs reprise la conjugaison de deux individus, bouche à bouche. Ishikawa[1] a décrit la fusion de deux individus, mais non de leurs noyaux; lors de la première division suivante, chaque individu-fille recevrait la moitié de chaque noyau, et alors seulement aurait lieu la cayogamie. Cienkowsky, Plate[2] ont suivi sur le vivant une conjugaison totale avec fusion des noyaux et Doflein a confirmé ces observations, mais il se demande[3] s'il s'agit bien d'une conjugaison ou seulement d'une plastogamie.

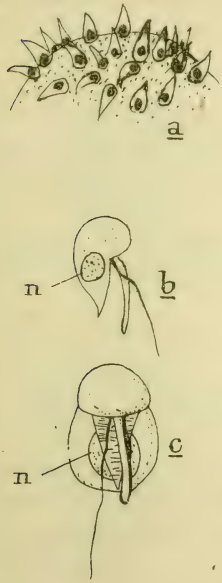


Fig. 376. Noctiluque.
a. Formation des spores (d'ap. Doflein);
b. Spore de profil (d'ap. Cienkowsky);
c. Spore de face (d'ap. Bütschli).

On a vu la formation de spores flagellées. Le noyau se divise par le procédé décrits et ses produits viennent faire saillie à la surface, dans l'étendue de l'accumulation protoplasmique, sous le péristome (fig. 376, a). Celui-ci s'est effacé, ainsi que les autres différenciations externes. Il se forme ainsi ordinairement 256 ou 512 bourgeons qui se détachent, emportant probablement tout le protoplasma actif du parent. Les spores (ou gamètes) devenus libres (b) ont une excavation triangulaire ventrale. De ce côté naît un flagellum et d'ordinaire aussi, mais pas toujours, semble-t-il, un gros prolongement qui est peut-être l'ébauche du tentacule. Bütschli[4] schématise ainsi ces spores

(1) (Z. Anz. XIV, 1891, p. 12.)

(2) (Z. Jahrb. Anat. III, 1888, p. 176.)

(3) (Lehrbuch. p. 533.)

(4) (Bronn. I, p. 1082.)

(fig. 376, c), dont on ignore le destin.

Il n'y a probablement qu'une espèce de Noctiluque, N. miliaris Suriray.

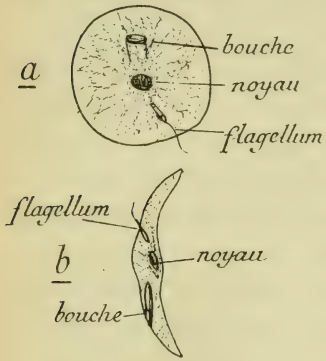


Fig. 377. Leptodiscus medusoïdes R. Hertwig. a, face; b, coupe sagittale schématique.

Leptodiscus R. Hertwig [1], trouvé à Messine, est un mince disque [2] concave, de 1mm,5 de diamètre, dépourvu de tentacule et se déplaçant par des battements, analogues à ceux d'une Méduse. Du côté convexe se voit excentriquement une dépression, probablement la bouche. Une autre invagination étroite laisse sortir un flagellum. Reproduction inconnue.

Craspedotella pileolus Kofoid [3] de Californie, est encore plus semblable à une Méduse craspédote et se déplace de même.

Radiozoum lobatum Mingazzini [4], encore très peu connu, est placé ici par cet auteur.

Caractères Sous-classe 4 Cystoflagellata.

Flagellates pélagiques de grande taille, sphériques ou méduiformes, gonflés d'une substance gélatineuse.

---

(1) (Jena. Z. 1877, p. 307.)

(2) (λεπτός, mince ; δίσκος, disque.)

(3) (Bull. Mus. Harvard, XLVI, 1905, p. 163.)

(4) (Ric. Lab. Anat. Roma, X, 1904, p. 97.)

5ème Sous-classe Catallacta Hæckel

Delage et Hérouard font une sous-classe spéciale pour le curieux genre :

Magosphæra Hæckel[1] trouvé par cet auteur sur les côtes de Norvège. Il s'agit d'une sphère de 70 μ de diamètre, formée de cellules, au nombre de 32 d'ordinaire, groupées en blastula et prolongées jusqu'au centre par une sorte de queue. La surface externe est couverte de flagelles ou de cils, perçant un plateau strié (fig 378, a). C'est par cette surface que les individus mangeraient, bien que Hæckel n'y ait pas trouvé de bouche. Chaque individu renferme un noyau et une vésicule pulsatile.

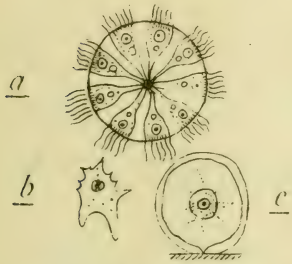


Fig. 378. Magosphæra planula Hæckel.

Conservées en chambre humide, ces sphères se dissocient en leurs éléments. Quatre heures après, l'auteur trouve à leur place des amibes à pseudopodes pointus ; puis des amibes plus grosses (b), enfin des kystes sphériques à membrane épaisse, sauf une sorte de micropyle au point de fixation (c). Enfin le contenu de ces kystes se segmente et reproduit la Magosphère, dont on n'a pas vu la libération.

Parona[2] a trouvé une autre espèce, qu'il appelle M. Maggii, dans les salines de Cagliari.

Hæckel trouve des rapports avec l'œuf segmenté des Métazoaires, avec la planula, avec les Volvocinéos (Synura), avec les Ciliés, avec les Rhizopodes : c'est une sphère magique

(1) (Jena. Z. VI, 1871.)

(2) (Atti Soc. Ital. Sci. nat. XXVI, 1882, p. 149.)

23 H

(μάγος, magicien ; σφαῖρα, sphère.) qui passe successivement par tous ces états. Et le groupe est intermédiaire (καταλλάκτης, médiateur) entre tous ces groupes. Bütschli [1] rapproche avec doute ces êtres des Ciliés, dont ils seraient des formes coloniales. Delage et Hérouard les rapprochent avec plus de vraisemblance des Flagellatés, qui présentent souvent plusieurs flagelles et des stades amiboïdes. Mais il faut reconnaître que les données que l'on a jusqu'ici sur ces êtres, sont encore bien vagues.

Caractères:

Tels sont les Flagellatés, dont le caractère essentiel est d'avoir un ou plusieurs flagelles. Comme on le voit, c'est un très vaste groupe, à limites assez imprécises et à affinités multiples : il a des rapports avec les Rhizopodes par les nombreuses formes présentant des stades amiboïdes, avec les végétaux, par les Phytoflagellés, peut être avec les Ciliés par les Cruchonymphides, même avec les Métazoaires par les Volvox, sans qu'on puisse songer toutefois à une descendance directe. Nous avons vu aussi que tout un ensemble de Sporozoaires semble en dériver. Les Flagellatés sont ainsi le groupe central, en quelque sorte, des Protozoaires.

Nous en avons fini avec le premier sous-embranchement des Protozoaires, les Plasmodroma de Doflein. Leurs caractères communs sont l'absence de cils, et l'existence exclusive de conjugaison totale (quand il y a conjugaison). Ainsi que nous l'avons vu à maintes reprises, il y a, en nombreux points, transition entre les groupes qui composent ce sous-embranchement : les Sporozoaires passent, les unes aux Flagellatés, les autres (moins clairement il faut l'a-

---

(1) (Bronn, I, p. 1677.)

vouer), aux Rhizopodes. Et entre ces deux derniers groupes la limite est presque arbitraire, puisque des Amibes deviennent flagellés et des Flagellates amiboïdes.

Le second sous embranchement de Doflein est bien mieux limité. Il constitue les Ciliophora.

2ème Sous-embranchement Ciliophora Doflein.
(= Heterokaryota Hickson)

Protozoaires dont les organes de mouvement sont des cils vibratiles. Leur conjugaison est typiquement partielle. Ils ont deux noyaux, l'un végétatif, l'autre reproducteur.

Ce dernier caractère est l'origine du nom de Heterokaryota[1] de Hickson[2], qui s'opposerait à Homokaryota[3] appliqué à tous les autres Protozoaires. Lankester fait toutefois remarquer[4] que certains Homokaryota ont deux noyaux différents : les Trypanosomides par exemple.

Les Ciliophora ne renferment qu'une classe.

---

(1) (ἕτερος, différent ; κάρυον, noyau.)
(2) (Zoology Lankester, I-2, p. 361.)
(3) (ὁμός, semblable.)
(4) (Ibid. I-1, p. XXII.)

Classe unique. Infusoria O.F. Müller (= Ciliata Perty.)

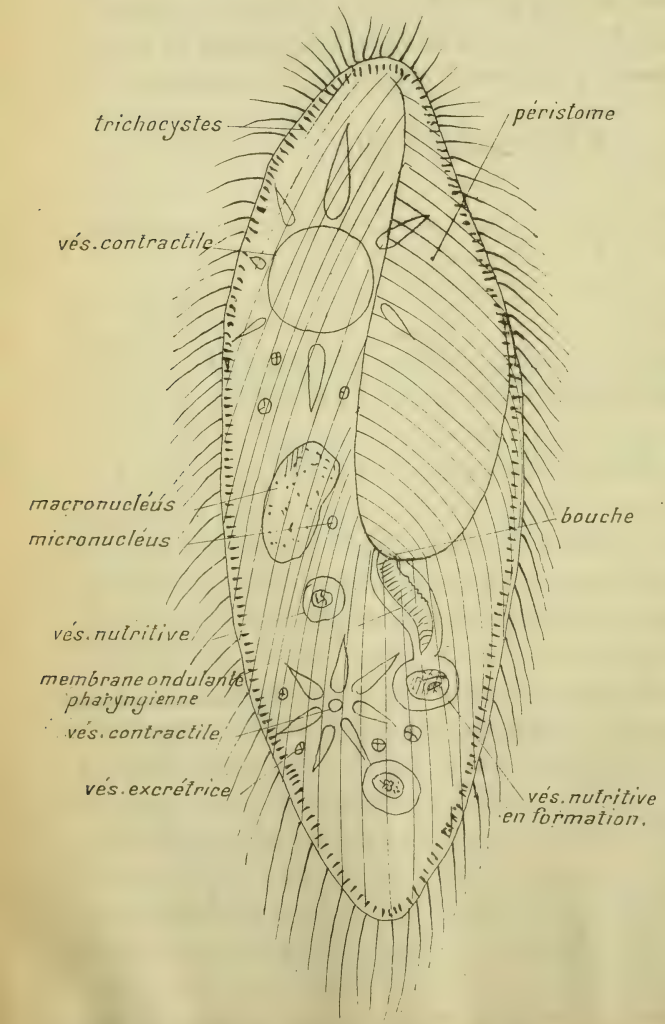


Fig. 379. Paramæcium caudatum Ehrbg.
Schéma (d'ap. Minchin et Lang).

Ce nom de Animalia infusoria ou de Infusoria se rencontre déja chez Ledermüller[1] et sans doute plus anciennement encore, pour désigner tous les animalcules qui apparaissent dans les infusions, c'est à dire les macérations de débris divers dans l'eau. Von Siebold en 1845[2]

(1) Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzungen. (Nürnberg, 1760-63.)

(2) Lehrb. d. vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere.)

le restreignit aux Ciliés et Flagellatés. Ceux-ci n'en ont été séparés que de nos jours.

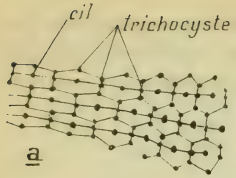
Nous arrivons ici aux plus élevés des Protozoaires. Aussi la cellule unique qui les compose atteint-elle un degré de complexité auquel n'arrive jamais une cellule de Métazoaire.

Morphologie

Nous prendrons pour type un Infusoire très commun dans l'eau douce et l'eau de mer, une Paramécie.

Paramæcium Stein (fig. 379.)[1] C'est un être allongé, un peu aplati du dos au ventre, atteignant 0mm,25 de longueur. Sur la face ventrale, du côté supérieur gauche (de l'animal) se voit une légère dépression longitudinale, le péristome. En bas il se détourne un peu vers la droite. Là, un peu après le milieu de la longueur du corps, est une ouverture, la bouche ou cytostome, conduisant dans un court pharynx (cytopharynx), au fond duquel le protoplasma est à nu. Sur tout le reste du corps s'étend une fine pellicule. Les cils sont implantés sur le corps, suivant des lignes longitudinales et celles qui touchent au bord gauche du péristome se détournent pour traverser celui-ci perpendiculairement à sa direction. Les cils sont insérés obliquement, étant inclinés vers l'extrémité inférieure du corps. Ils sont fixés au fond de légères dépressions longitudinales de la pellicule superficielle. Même, chez Paramæcium et certains autres Infusoires, chaque cil est fixé au centre d'une petite dépression hexagonale (fig. 380, a). Mais les hexagones ont tendance à s'allonger, de façon à passer au paral-

(1) (On devrait écrire Paramecium si, comme il semble, l'étymologie est : παραμήκης, allongé.)



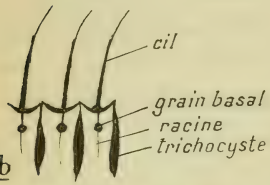


Fig. 380. a. Vue de face
b. coupe de la paroi de
Paramæcium caudatum.
(d'ap. Khainsky)

lélogramme, surtout aux extrémités de l'animal [1]. Chaque cil comprend une partie terminale, n'ayant que le quart environ de la longueur totale, plus fine et moins colorable que la région basale. La pellicule est légèrement épaissie au point où le cil y est fixé. Chaque cil porte un grain basal et quelquefois se prolonge plus ou moins loin dans l'intérieur du corps par une racine (fig. 380, b)

Entre les cils (ici aux angles des hexagones et au milieu de leurs côtés qui coupent les rangées longitudinales de cils), sont implantés des trichocystes [2] (fig. 380, b et 381.), corps fusiformes, touchant par une pointe à la pellicule et implantés perpendiculairement à elle. Ils manquent dans le pharynx et en face des vésicules pulsatiles. Leur partie externe se colore plus que l'interne par les réactifs. Ces corps, sous l'influence d'une excitation, sont capables de s'allonger brusquement et d'être projetés au dehors. Ils servent probablement de moyen de défense.

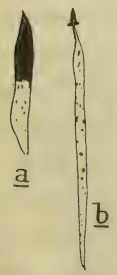


Fig. 381. Trichocyste
a. en place
b. projeté
(imit. Khainsky)

Mitrophanow [3] croit avoir vu la substance de ces organites apparaître dans l'endoplasme, auprès du noyau, et gagner ensuite l'ectoplasme. Ce seraient d'après lui des gouttes d'une substance semi-liquide, une sécrétion,

(1) Khainsky (A. Prot. XXI, 1910, p. 8.)
(2) (θρίξ, cheveu; κύστις, vésicule.)
(3) (A. Prot. V, 1905, p. 79.)

contenues dans des cavités de l'ectoplasme, et capables d'être projetées sous forme de jet, et de se figer brusquement, sous l'action de l'eau ambiante. Schuberg[1] a critiqué cette interprétation. Il est possible que ce soit une substance semi-liquide et seulement déformable.

L'ectoplasme, mince et toujours immobile, a une structure réticulée, à mailles étroites. Souvent, celles-ci sont, du côté externe, assez régulières pour former une couche alvéolaire spéciale. Les Infusoires de grande taille renferment, dans la région interne de l'ectoplasme, des myonèmes.

Neresheimer[2] a même décrit chez Stentor des filaments (neurophanes) situés entre les myonèmes et qui seraient nerveux. Schuberg[3] a aussi décrit chez Paramœcium caudatum des fibrilles, réunissant les grains basaux des cils, et qu'il suppose assurer la coordination de leurs mouvements. Ces formations, si elles existent, sont exceptionnelles.

La couche interne de l'ectoplasme est plus lâche et correspond aux origines des canaux formateurs des vésicules contractiles.

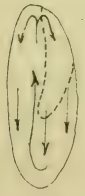


Fig. 382. Cyclose (schéma)

L'endoplasme possède un réseau à mailles plus grandes, ce qui permet des mouvements de sa substance fluide. Celle-ci est entraînée dans une sorte de circulation régulière, dite cyclose, qui descend de la bouche vers l'extrémité inférieure, remonte dans l'axe du corps, puis redescend à la périphérie (fig.

(1) (A. Prot. VI, 1905, p. 104.)
(2) (A. Prot. II, 1903, p. 306.)
(3) (A. Prot. VI, 1905, p. 96.)

(382) Tel est, au moins le cas ordinaire.

L'endoplasme contient des inclusions variées, notamment des vacuoles alimentaires. Celles-ci se forment autour des parcelles nutritives, à l'extrémité inférieure du pharynx, probablement sous l'action d'une membrane ondulante, battant vers l'intérieur et qui est fixée longitudinalement, à la face dorsale du pharynx. Elle résulte de la soudure de plusieurs rangées longitudinales de cils [1], dont les grains basaux sont bien visibles (fig. 383). Les vacuoles alimentaires, formées à l'extrémité inférieure du pharynx, s'en détachent "comme des bulles de savon quittant une pipe", dit très justement Minchin [2]. Ces vacuoles sont ensuite entraînées dans le mouvement de cyclose et les résidus rejetés en un point déterminé de la surface, où semble exister un orifice (anus, cytopyge), visible seulement à la défécation.

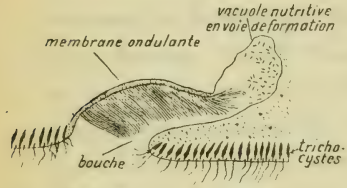


Fig. 383. Coupe longitudinale du pharynx de P. caudatum, parallèle à la membrane ondulante.

Les vésicules pulsatiles sont ici au nombre de deux. Le liquide qu'elles renferment leur arrive par un réseau d'espaces canaliculaires, qui confluent de proche en proche jusqu'aux vésicules ou canaux formateurs. Ceux-ci se gonflent progressivement, puis confluent en une vacuole unique, la vésicule pulsatile elle-même, qui se reforme toujours en un même point, contre l'ectoplasme aminci, sous une étroite invagination de la pellicule (fig. 384, a). A ce niveau les trichocystes sont absents. Lorsque la vésicule est gonflée, elle détermine progressivement l'évagination du petit enfoncement de la pellicule : celle-ci forme alors

---

(1) Maier (A. Prot. II, 1903, p. 93.)

(2) (Introduction, p. 437.)

Fig. 384. Coupe de la vacuole contractile de P. caudatum (d'ap. Khainsky)

une papille saillante, mais imperforée : la pellicule reste intacte au dessus (fig. 384, b) [1]. Quand elle a atteint sa taille maxima, la vésicule se vide brusquement au dehors, sans doute à travers la pellicule. Ni la vésicule, ni ses canaux formateurs n'ont, ici, de parois propres (Khainsky). Ces vacuoles ne manquent chez les Ciliés que d'une façon tout à fait exceptionnelle, même chez les formes marines et parasites.

Fig. 385. P. caudatum avec cristaux d'excrétas (d'ap. Schewiakoff)

D'autre part on rencontre, épars dans l'endoplasme, des cristaux divers qui paraissent des excrétas. Schewiakoff [2] y trouve du phosphate de chaux ; Maupas [3] y voit des urates. Si on laisse jeuner les Infusoires on voit ces cristaux se rapprocher des vacuoles contractiles (fig. 385) et diminuer. Il semble donc probable que les cristaux sont lentement dissous et que leur solution est éliminée par les vacuoles pulsatiles.

Nous avons signalé l'existence chez les Infusoires de grains mitochondriaux, que Fauré-Fremiet a vus sur le vivant, se diviser en même temps que l'Infusoire lui même [4].

---

(1) Khainsky (A. Prot. XXI, p. 23.)
(2) (Z.W.Z. LVII, 1893, p. 48.)
(3) (C.R. Ac. Sci., CV, 1887, p. 175 ; A.Z.E. (2), I, 1883, p. 618.)
(4) (C.R. Soc. Biol. LXII, 1907, p. 523 ; Arch. Anat. Micr. XI, 1910, p. 526.)

Le caractère essentiel des Ciliés est d'avoir deux noyaux de valeur différente : un noyau reproducteur (nucléole de von Siebold 1845, Nebenkern de O. Hertwig 1875, endoplastule de Huxley 1877,[1] paranucleus de Plate 1888[2], micronucléus de Maupas 1887[3]), et un noyau végétatif (noyau de v. Siebold, endoplaste de Huxley, meganucleus de Hickson[4], nucléus de Maupas[5], macronucleus de Maupas.)

Les exceptions à cette règle sont excessivement rares. Un Infusoire est donc normalement une cellule diénergide. Mais il arrive fréquemment qu'il y a plusieurs macronucléi et surtout plusieurs micronucléi dans le même individu.

Un macronucléus est normalement un noyau de grande taille, de forme variable, souvent allongée ou moniliforme. Ici pourtant il est simplement ovoïde. Il renferme un réseau serré de linine et des grains de chromatine rapprochés: aussi se colore-t-il fortement par les réactifs. Il ne contient le plus souvent pas de nucléoles ni de différenciation spéciale : c'est le type du noyau compact. Aussi se divise-t-il normalement par amitose.

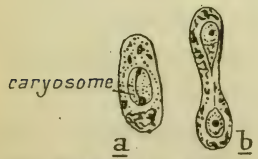


Fig. 386. Mitose du macronucléus de Chilodon uncinatus Ehrbg. (d'ap. Nägler).

Cependant Nägler[6] a décrit un caryosome avec centriole, et une centrodesmose à la division, dans le macronucléus de Chilodon uncinatus Ehrbg. Chagas[7] croit avoir vu

(1) (Man. Anat. Invertebr. anim.)
(2) (Z. Jahrb. Anat. III, p. 158, note.)
(3) (C.R. Ac. Sci. CV, 1887, p. 356; A.Z.E. (2), VI, 1888, p. 208, note.)
(4) (Zoology Lankester 1-2, p. 372.)
(5) (A.Z.E. (2), VI, p. 208.)
(6) (A. Prot. XXIV, 1911, p. 143.)
(7) (Mem. Cruz. III, 1911, p. 140.)

aussi un centriole chez son Balantidium littorinæ. Collin[1] doute de ces observations.

Le macronucléus est le noyau trophique de la cellule. Il est seul affecté par l'inanition[2] : il devient vacuolaire; sa chromatine se transforme en suc nucléaire, puis il éclate et disparait.

Khainsky pense que ce suc nucléaire doit jouer un rôle dans la digestion : c'est pourquoi il s'accumulerait dans le noyau jusqu'à le faire éclater, lorsqu'il n'est pas employé.[3]

Le micronucléus atteint ici 12 à 14μ, mais d'ordinaire il est bien plus petit. Il est situé tout contre le macronucléus, dans un enfoncement de ce dernier, sans que ce soit une règle générale. Il est beaucoup moins compact que le macronucléus; son réseau est moins serré; il a souvent l'apparence d'une vacuole contenant un petit grain chromatique. Aussi est-il bien plus difficile à voir. C'est lui qui a le rôle important dans la conjugaison. Nägler[4] y voit un centriole.

L'animal peut s'enkyster soit pour se protéger, soit (au moins chez certaines espèces) pour se diviser.

La plupart des auteurs, notamment Bütschli[5], admettent que le kyste est un produit de sécrétion. Pourtant Prowazek chez Dileptus[6] admet

---

(1) (A.Z.E., LI, 1913, p. 69.)

(2) Khainsky (Biol. Centrlbl. XXX, 1910, p. 267.)

(3) Cf. Lipska (Rev. Suisse. Zool., XVIII, 1910, p. 630.)

(4) (l.c. p. 144; pl. XI, fig. 4, 5.)

(5) (Bronn, I, p. 1659.)

(6) (A. Prot. III, 1904, p. 65 et: Einführung in d. Physiol. d. Einzelligen, Leipzig, 1910, p. 110.)

plutôt que le kyste est une mue du système tégumentaire. Brumpt[1] trouve sur le kyste de Balantidium coli (Malmsten) des stries méridiennes indiquant la place des rangées de cils disparus, et Collin[2] a retrouvé la même chose chez Nyctotherus : dans ces cas au moins, le kyste serait une mue de l'animal. Dans une culture sans conjugaison de Stylonychia, Fermor[3] a vu sous le kyste, les macronucléi se résorber, les micronucléi se fusionner, puis reformer tout l'appareil nucléaire de l'animal.

Division.

Il n'y a pas de vraie schizogonie, dans laquelle l'animal se résoudrait tout entier en un grand nombre de rejetons, tous équivalents.

Fig. 387. Division de Paramæcium (Schéma)

La division des Infusoires est typiquement transversale, à l'inverse de celle des Flagellates. Pour se diviser, l'Infusoire s'allonge, dès avant qu'on observe le moindre changement dans les noyaux. Une nouvelle bouche et un nouveau péristome apparaissent, en arrière des anciens et l'animal s'étrangle au milieu. Chaque moitié contient ici une vésicule pulsatile : il s'en forme une nouvelle dans chacune.

La division du macronucléus est purement amitotique, semble-t-il : il s'étire en haltère et se coupe. C'est tout au plus si le réseau qu'il contient, en s'allongeant, donne l'aspect de trainées chromatiques longitudinales.

Le micronucléus se divise par une mésomitose sans

---

(1) (Précis de Parasitol. 1910, p. 150.)

(2) (A.Z.E., LI, 1913, p. 237, note.)

(3) (Z. Anz : XLII, p. 380.)

centrioles, c'est à dire par une sorte de pannitose. Il augmente considérablement de taille; sa chromatine semble former un peloton embrouillé, puis des filaments longitudinaux. Aux deux pôles se montrent des fibrilles achromatiques. Les filaments chromatiques se condensent en une plaque équatoriale, mais sans qu'on puisse d'ordinaire distinguer des chromosomes bien nets, ni surtout les compter. La plaque équatoriale se dédouble et l'ensemble s'étire en haltère très allongé, puis se coupe. La membrane persiste.

Fig. 388. Mitose du micronucléus *(schéma)*

La division des Infusoires donne lieu à une multiplication très rapide. Maupas[1] a observé chez Stylonychia pustulata Ehrbg. 5 bipartitions par 24 heures, à la température de 25 à 26°. Cette espèce formant des kystes de 57 à 58 μ de diamètre, le volume d'un individu est d'environ 100.000 μ cubes, c'est à dire qu'il en faudrait 10.000 pour faire 1 mmc. ou 10 millions pour 1 cmc., pesant environ 1 gramme. Or un individu se divisant 5 fois par jour, en produit précisément 10 millions à la fin du 5ème jour. Une Stylonychia pulsulata aura donc produit en 5 jours 1 gramme de protoplasma, et 1 kg. en 6 j. ½. Si on suppose le phénomène continuant avec la même régularité pendant 30 jours, on aura 150 générations de Stylonychia, soit un nombre d'individus représenté par 1 suivi de 44 zéros et un volume un million de fois plus considérable que le Soleil.

Conjugaison

Mais la multiplication par bipartition ne continue pas avec cette régularité: d'après Maupas elle s'arrête mê-

(1) (A.Z.E. (2), VI, 1888, p. 204.)

me nécessairement au bout d'un temps variable, et alors doit intervenir la conjugaison. Celle-ci est typiquement partielle chez les Infusoires, c'est à dire qu'il n'y a pas fusion définitive des conjoints: Ils se séparent, après avoir échangé un fragment de leur micronucléus.

a. Historique :— La découverte des phénomènes de la conjugaison des Ciliés est toute récente.

Les plus anciens observateurs avaient vu des syzygies et les avaient interprétées comme des accouplements : citons Leeuwenhoek, l'auteur de la découverte des Infusoires [1], et Joblot [2] auteur de la stérilisation des infusions par la chaleur. Mais ils avaient souvent confondu les conjugaisons avec des divisions. Aussi Spallanzani [3] et la plupart de ses contemporains nièrent-ils la conjugaison, n'admettant que la division comme mode de reproduction.

Otto-Friedrich Müller, après avoir nié la conjugaison [4], l'observa et la décrivit pour Paramœcium aurelia en 1783 et dans son grand ouvrage : Animalcula Infusoria, édité après sa mort par Fabricius en 1786.

Mais son avis ne prévalut pas et Christian Gottfried Ehrenberg nia complètement la conjugaison. Les Infusoires étaient divisés par lui en deux groupes: les Rotatoria et les Polygastrica, ceux-ci renfermant les Infusoires. Préoccupé de l'anatomie des Rotifères, il prétendit retrouver chez les Infusoires tous les organes qu'il observait chez les premiers. Une tache pigmentaire chez certains d'entre eux devient alors un œil et entraîna l'existence d'un système nerveux. Il découvrit un tube digestif complet avec de nombreux estomacs ; c'est le noyau allongé des Vorticellides et des Stentor qui servit d'abord d'intestin, avant de devenir en 1835 et dans le grand ouvrage de 1838 (die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, Leipzig.) un testicule. La vésicule pulsatile était une sorte d'appareil éjaculateur, qui envoyait le sperme par ses canaux jusqu'aux œufs. Ceux-ci étaient, en réalité, des inclusions diverses. Tous les Infusoires devaient être hermaphrodites et se féconder eux-mêmes.

---

(1) (Phil. Tr. XII, 1676; et Arcana naturæ, 1695.)

(2) (Descript. et usage de plus. nouv. microscop. Paris, 1718.)

(3) (Saggio de osservazioni microscopiche etc. Modana, 1766; Opuscoli di fisica animale e vegetale, Modana, 1776.)

(4) (Vermium terr. et fluv..... historia, Hafniæ, 1773.)

Ces idées, appuyées par la haute autorité et les immenses travaux d'Ehrenberg, furent d'abord généralement adoptées. Bory de Saint Vincent (1), Schultz (2), Carus (3) émirent seuls quelques doutes sur l'existence d'un tube digestif aussi complet.

Mais c'est à Dujardin que revient l'honneur d'avoir, à partir de 1835 (4), attaqué les théorie d'Ehrenberg et montré que les Infusoires n'ont pas d'organes et ne sont composés que de sarcode. Il eut le tort cependant de nier la conjugaison.

Barry (5) regarda le premier les Protozoaires, les plus inférieurs au moins (les Monades et formes voisines), comme formés d'une seule cellule. Von Siebold (6) étendit cette idée, reconnut, au moins dans quelques cas, le noyau et découvrit chez une Paramécie le nucléole (notre micronucléus). Kölliker (7) se prononça aussi pour la nature unicellulaire des Protozoaires.

Mais la théorie des générations alternantes, émise par Steenstrup (8), fut une nouvelle source d'erreurs, en permettant de considérer beaucoup d'Infusoires comme des larves et en faisant admettre pour eux des transformations étranges. C'est ainsi que L. Agassiz (9) voulait répartir tous les Protozoaires entre les autres embranchements, la plupart d'entre eux n'étant que des larves de Métazoaires.

D'autre part l'infortuné Pouchet que, malgré toute sa valeur comme observateur, on rencontre partout où il y a une erreur à soutenir, retrouvait les estomacs d'Ehrenberg, la multiplication des Infusoires par des œufs (10) et alloit dans son Hétérogénie (11) et plus tard encore (12) jusqu'à regarder la sexiparité

---

(1) (Infusoires: Dict. classique d'histoire naturelle, 1831.)

(2) (Jahrb. wiss. Kritik, 1832, p. 480.)

(3) (Lehrb. d. vergl. Zootomie, 2ème éd. II, 1834, p. 424.)

(4) (Ann. Sci. Nat. (2), IV, 1835; et V, 1836); Histoire naturelle des Zoophytes Infusoires (Suites à Buffon, Paris, 1841.)

(5) (Edinburgh new philosoph. Journ. XXXV, 1843.)

(6) (Lehrb. d. vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere, 1845.)

(7) Notamment (Z.W.Z. I, 1849, p. 210.)

(8) (Om. Forplantning... gj vexlende Generationsrakker... (Kjöbenhavn, 1842)).

(9) (Ann. Nat. Hist. (2), VI, p. 156; Contrib. nat. Hist. United States, I, 1857, p. 180)

(10) (Recherche s. les org. de la circulation, de la digestion etc. des anim. infusoires, Paris 1848, etc.

(11) (Paris 1859.)

(12) (C.R. Ac. Sci. LVIII, 1864, p. 1080; LIX, 1864, p. 281, 424, etc.)

chez les Infusoires comme exceptionnelle.

Fr. Stein fut aussi une victime de la théorie de l'alternance des générations. Dans ses volumineux écrits [1], il s'efforça de prouver que les embryons des Acinètes, qu'il découvrit, étaient de jeunes Vorticelles.

A peine élevée, la théorie acinétienne était toutefois battue en brèche par Cienkowsky [2], Lachmann [3] et surtout dans le grand ouvrage de Claparède et Lachmann [4]. Malheureusement ces deux derniers auteurs combattirent aussi l'idée exacte de Stein sur la nature unicellulaire des Infusoires. Ils en revenaient aussi presque à Ehrenberg: En effet on vit reparaître le tube digestif et les organes génitaux. C'était toujours le noyau qui jouait ce dernier rôle. Justement, en 1856 [5], le maître des deux observateurs, Johannes Müller, avait décrit dans des vacuoles et dans le noyau de certains Infusoires des filaments particuliers. Ils en firent tout aussitôt des spermatozoïdes.

En France, Balbiani, en 1858 [6], émit toute une théorie. Il admit la conjugaison et remarqua qu'au moment où elle se produisait, le nucléole prenait la forme d'un fuseau fibreux: c'était un fuseau de division, mais Balbiani le prit pour une capsule séminale, pleine de spermatozoïdes. Ces coques devaient être échangées entre les deux conjoints et le noyau fécondé se développer en embryons acinétiformes.

D'autre part Stein, dans plusieurs notes et dans son important travail. Der Organismus der Infusionsthiere etc. [7], après avoir admis les spermatozoïdes de J. Müller et de ses élèves, adopte ceux de Balbiani et fait du nucléole un testicule et du noyau un ovaire. Mais il repousse la conjugaison: il s'agit toujours de division longitudinale et c'est pendant cette division que se développent les produits génitaux. Il n'y a pas d'échanges et chaque Infusoire résultant de la division se féconde lui-même. Le noyau se fragmente en sphères germinales (Keimkugeln) qui évoluent en embryons acinétiformes dans le corps même du parent.

---

(1) (notamment: Arch. Naturgesch. I, 1849; Z.W.Z. III, 1851, p. 475; et le grand ouvrage: Die Infusionsthierchen auf ihre Entwicklungsgesch. untersucht. Leipzig, 1854.)

(2) (Bull. Ac. St Petersb. XIII, 1855.)

(3) (Arch. Anat. Physiol. 1856)

(4) (Mém. Inst. genev. V-VII, 1858-61.)

(5) (Monatsber. Berlin. Akad. 1856, p. 390.)

(6) (C.R. Ac. Sci. XLVI, 1858, p. 628, XLVII, 1858, p. 383; J. Physiol. I, 1858. p. 347.)

(7) (Leipzig, 1859.)

Une découverte importante de Balbiani vient à l'encontre de la théorie de Stein comme de la sienne. Il démontre, en 1860 (1), que les embryons acinétiformes sont en réalité des vrais Acinètes parasites, des Sphærophrya. Aussi Balbiani modifie-t-il sa théorie (2) : les Infusoires, après leur conjugaison, doivent pondre des œufs, qui restent à découvrir. Si les spermatozoïdes se forment dans le nucléole, que sont donc les filaments de J. Müller contenus dans le noyau ? Balbiani démontre que ce sont des Bactéries parasites. Il y avait là quelques vues fort justes. Malheureusement Balbiani, comme la plupart de ses contemporains (Leydig 1857, Claus 1869, Gegenbaur 1870, etc.), combattait la nature unicellulaire des Infusoires, que, à peu près seul, Kölliker (Icones histologicæ, I, Leipzig, 1864.) persistait à admettre. Mais l'idée reprenait lentement faveur. En 1873, Hæckel s'y ralliait, après l'avoir combattue, et Bütschli l'adoptait (3)

En 1875 (4), puis dans le travail détaillé de 1876 (5), Bütschli reconnait que la capsule séminale fibreuse de Balbiani est un fuseau nucléaire, que par suite le soi-disant nucléole est un vrai noyau, et que l'Infusoire est une cellule binucléée. Le nouveau noyau se forme aux dépens de fragments de l'ancien nucléole. Il n'y a émission ni d'œufs ni d'embryons et le résultat de la conjugaison est le remplacement plus ou moins complet du vieux noyau, amenant un accroissement de sa tendance à se diviser, un rajeunissement de l'animal.

En même temps Engelmann, disciple de Stein et qui avait d'abord appuyé son maître, répudiait ses idées après quelques hésitations (6) et confirmait la découverte de Balbiani au sujet des Acinètes parasites (7). Il admit sans le démontrer qu'il y avait échange d'un corps micronucléolaire, qui fécondait les fragments du noyau de l'autre conjoint, ce qui permettait à celui-ci de se réorganiser.

Balbiani en 1882 (8) accepte les idées de Bütschli, mais en maintenant qu'il doit y avoir échange entre les deux conjoints de produits micronucléolaires.

---

(1) (C.R. Ac. Sci. LI, 1860, p. 320.)

(2) (J. Physiol. IV, 1861, p. 194, 431, 465.)

(3) (Arch. Mikr. Anat. IX, 1873, p. 657.)

(4) (Z.W.Z. XXV, p. 427, 441.)

(5) (Abh. Senckenb. Ges. X, 1876, p. 296, 358.)

(6) (Z.W.Z. XI, 1862, p. 347.)

(7) (Morph. Jahrb. I, 1876, p. 573.)

(8) (J. micrograph. V, 1881; et VI, 1882.)

24 ½

il avait en effet observé, dès 1858, de pareils fragments très rapprochés les uns des autres, même croisés, mais sans pouvoir suivre les déplacements de ces fragments. Zickeli [1] considère l'échange comme certain.

Mais c'est à M. E. Maupas, observateur admirable, toujours oublié dans ses modestes fonctions de bibliothécaire de la ville d'Alger, loin des ressources des laboratoires officiels, que revient la gloire incontestée d'avoir entièrement débrouillé les phénomènes si complexes de la conjugaison des Infusoires. Dès ses premières notes sur ce sujet [2] il avait démontré le phénomène capital de l'échange d'un produit micronucléolaire et [3] de sa fusion avec le produit homologue du conjoint. Les grands travaux de 1888 et 1889 [4] donnèrent tout le détail du processus.

b. Phénomènes intimes. — D'après Maupas, les individus qui se conjuguent sont souvent plus petits que les autres, mais cela n'est pas général. Ils sont d'ordinaire identiques, au moins en apparence. Pourtant on remarque parfois que l'un des conjoints est plus petit que l'autre : il y a passage à l'anisogamie, et celle-ci est très nette dans le cas particulier des Vorticelles, que nous étudierons plus tard.

Chez Chilodon uncinatus Ehrbg., Enriques [5] a remarqué que les deux conjoints étaient inégaux et que cette différence de taille s'accentuait pendant la conjugaison : ce serait comme une différence sexuelle qui se

---

(1) (Z. Anz. VII, 1884, p. 495.)

(2) (C.R. Ac. Sci. CII, 1886, p. 1570; CIII, 1886, p. 482; CV, 1887, p. 175, 356, 955.)

(3) (CIII, 1886, p. 482.)

(4) (A.Z.E. (2), VI, p. 165; et VII, 1889, p. 149.)

(5) (A. Prot. XII, 1908, p. 255.)

développerait au cours de la conjugaison. Il n'y a donc pas de véritable sexes chez ces êtres dit Enriques, mais seulement des hémisexes, c'est à dire des sexes incomplètement différenciés. Le même auteur croit aussi que chez Chilodon (1) l'un des conjoints est légèrement en retard, dans la division de son micronucléus ; il en est de même chez Opercularia (2), où le plus gros est en retard sur l'autre.

Lorsque des Infusoires se trouvent dans les conditions nécessaires pour la conjugaison, on les voit entrer dans une vive agitation. Ils se heurtent et se palpent. Quand enfin deux individus se rencontrent qui sont dans les conditions voulues sans doute, ils s'accolent par leur extrémité antérieure. Chez nos Paramécies, l'union a lieu bouche contre bouche et ils se soudent entièrement par la région voisine, dont toutes les différenciations disparaissent, naturellement. L'union a toujours lieu au voisinage de l'extrémité antérieure, mais il peut arriver que la bouche reste libre en arrière de la soudure. Dans ce cas, c'est par la région soudée et non par la bouche, qu'a lieu l'échange des pronucléi. Le degré d'union est très variable, allant jusqu'à la fusion complète chez les Vorticelles.

Chez Paramæcium caudatum les syzygies se font le plus souvent à la fin de la nuit ; la disjonction a lieu au bout d'une douzaine d'heures à 25 ou 26°.

M. Calkins et Miss Cull (3) ont repris l'étude de la conjugaison chez Paramæcium. Nous les prendrons pour guide, afin de tenir compte des quelques détails qu'ils ont ajoutés aux observations de Maupas.

---

(1) (l.c. p. 226)
(2) (A. Prot. IX, 1907, p. 251.)
(3) (A. Prot. X, 1907, p. 383.)

Leur type est Paramecium caudatum Ehrbg., espèce différant légèrement de P. aurelia O.F. Müller. Maupas admet [1] que P. caudatum n'a normalement qu'un micronucléus, P. aurelia en ayant régulièrement deux. D'après Calkins [2] ce seraient deux variétés de la même espèce, car il a vu dans les cultures le passage de l'une à l'autre. Alors le véritable nom de l'animal serait P. aurelia O.F. Müller, plus ancien. Mais le fait reste discuté. Nous choisissons un type à un seul micronucléus pour plus de simplicité.

Stade A de Maupas. – Accroissement du micronucléus. – Il s'écarte du macronucléus, se gonfle et se prépare à la division. Il renferme une sorte de centre cinétique, sans centriole colorable, autour duquel est groupée la majeure partie de la chromatine (fig. 389, a). Le micronucléus s'allonge (b, c) et, dans le cas particulier actuel, se recourbe en croissant (fig. 389, d ; 390, a). Le centre de division, d'abord situé à une des extrémités du croissant, se place du côté convexe en s'accroissant beaucoup et prenant une structure fibreuse. Ces phénomènes durent 4 à 5 heures.

Stade B. – 1e division du micronucléus. – Le micronucléus est redevenu ovalaire (fig. 389, e).

Il est probable que le centre s'est divisé, car on en trouve maintenant deux, renfermant des fibres achromatiques peu visibles. La chromatine se condense en chromosomes, qui paraissent se fendre en long (fig. 389, e, f). Mais il est possible qu'il s'agisse d'un stade zygotène et de la séparation de deux chromosomes juxtaposés. Il paraît y avoir ici 165 chromosomes.

Le micronucléus (fig. 389, f, g) s'étire perpendiculairement à l'allongement primitif du croissant et forme un fuseau mitotique dans sa membrane. La mitose s'achève par division de la plaque équatoriale et étirement, sans formation d'un

---

(1) (A.Z.E., (2), VI, 1888, p. 231.)

(2) (Biol. Studies Pupils. W. Bh. Sedgwick, 1907.)

long boyau (fig. 390, b).

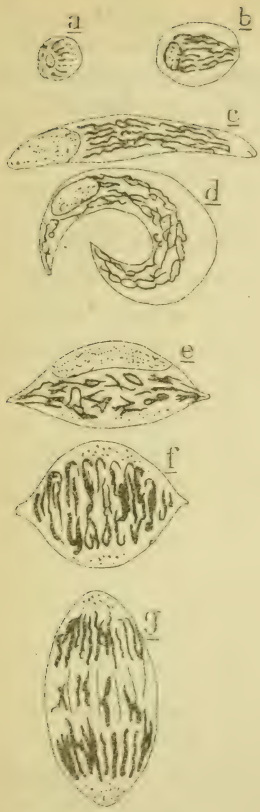


Fig. 389. P aurelia
a-d. stade A
e-g. stade B
(im. Calkins & Cull)

Stade C - 2e division du micronucléus. - Elle semble avoir lieu dans une direction perpendiculaire à la première.

Il paraît y avoir encore division des chromosomes. Cette fois le noyau ne prend pas la forme d'un croissant. Par contre il s'étire en haltère en formant un long boyau arqué, réunissant les deux noyaux-filles. (fig. 390, c, d). Ce boyau contient des fibrilles achromatiques et de la chromatine entremêlée. Quand les noyaux-filles se détachent, le boyau se dissout dans le cytoplasma : d'où perte de chromatine.

Dans le cas actuel on n'a pas pu constater nettement de réduction chromatique. Mais on a décrit la seconde division comme réductrice dans les exemples suivants :

Didinium nasutum O.F.M. (Prandtl. A. Prot. VII, 1906, p. 236.)

Opercularia coarctata Cl et L. (Enriques. A. Prot IX, 1907, p. 246.)

Chilodon uncinatus Ehrbg. (Enriques. A. Prot XII, 1908, p. 225.)

Carchesium polypinum L. (Popoff. Z.W.Z. LXXXIX, 1908, p. 503.)

Anoplophrya branchiarum Stein (Collin. A.Z.E. (5) I, 1909, p. 358.)

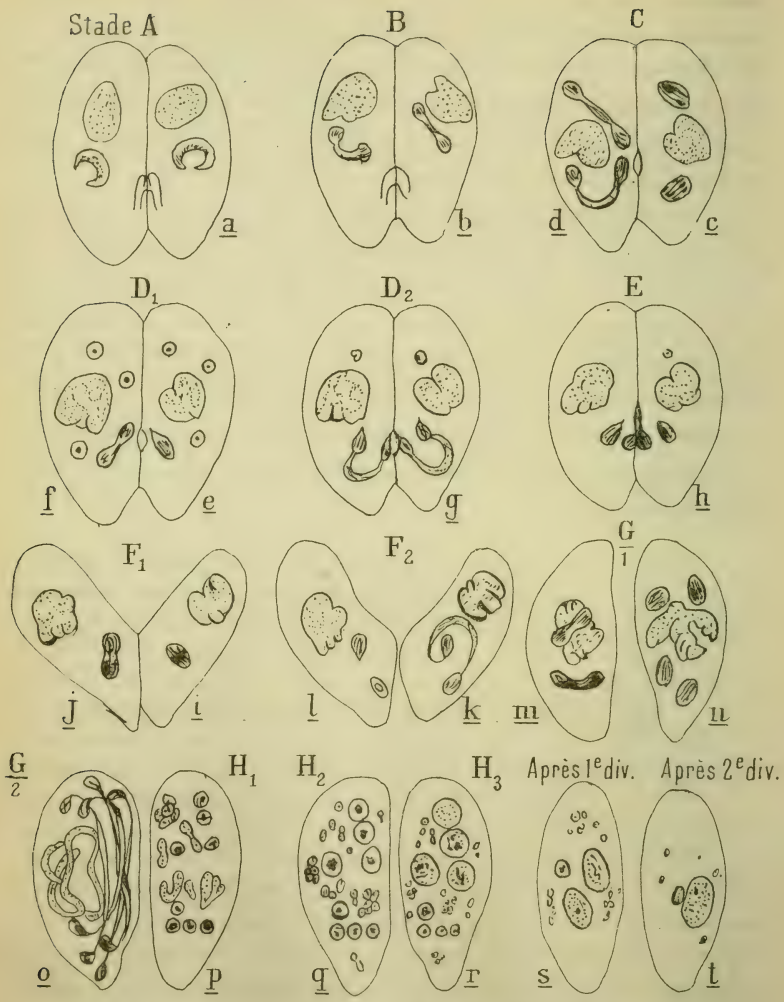


Fig. 390. Conjugaison de P. caudatum (imit. Maupas)

Stade D - 3e division du micronucléus. - Il y a à ce moment quatre micronucléi dans chaque conjoint. L'un d'entre eux va seul persister, et, d'après Maupas, c'est celui qui se trouve le plus rapproché du point de fusion des deux conjoints.(1) Les trois autres se condensent en une petite masse sphérique, située dans une vacuole (fig. 390, e f). Puis la masse disparaît, enfin la vacuole elle-même (fig. 390, g, h).

La 3e division se fait comme la précédente avec la formation d'un long boyau courbe (fig. 390, e f, g): elle donne naissance aux deux pronucléi. D'après Maupas, l'un des noyaux-filles est porté par le boyau jusqu'à la bouche et se fixe par sa pointe au haut de celle-ci (g); et c'est le pronucléus ainsi fixé qui devient le noyau migrateur ou mâle, l'autre, situé plus profondément dans le corps du conjoint, se trouvant par cela même déterminé comme femelle.

Calkins & Cull trouvent au contraire que cette 3e division est hétéropolaire, l'un des poles du fuseau étant plus aminci que l'autre (fig. 391): le noyau correspondant au bout aminci est mâle, et ce n'est pas toujours le plus voisin de la bouche. Prandtl(2) chez Didinium nasutum O.F.M., prétend aussi reconnaître le pronucléus mâle par sa taille et sa radiation. Il y a en effet chez cet animal, lors de la 3e division, une radiation dans le plasma: elle n'est d'ailleurs pas comparable à un aster, car elle émane de tout le noyau et non pas seulement d'un centre. (fig. 392, a). Quand le boyau (b) se rompt, la radiation du no-

Fig. 391. P. aurelia stade D; division hétéropolaire (imit. Calkins et Cull)

---

(1) D'après Collin (A.Z.E. (5) I, 1909. p. 359), ce n'est pas toujours le plus voisin du point de fusion qui persiste.

(2) (A. Prot. VII, 1906, p. 239)

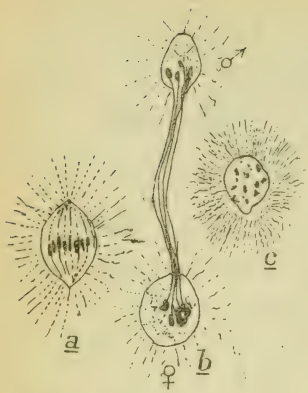


Fig. 392. Didinium nasutum O.F. Müll. Stade D (imit. Prandtl).

yau migrateur devient plus serrée, plus fine et le noyau un peu asymétrique (c). Ch. Martin[1] chez Acineta papillifera Keppen, trouve une énorme différence de volume entre les deux pronucléi mâle et femelle.

En somme il paraît probable que ce n'est pas seulement le hasard de la position qui détermine les pronucléi, mais que leur nature est prédéterminée au moment de la division qui leur donne naissance. Prandtl croit le remarquer sur les figures mêmes de Maupas.

Stade E. – Echange des pronucléi. – (fig. 390, h) D'après la description de Maupas, le conjoint de droite (par rapport aux animaux) a son pronucléus mâle superposé à celui de l'autre. Tous deux sont fixés par leur pointe au sommet de la bouche (fig. 393 a) : le pharynx a disparu à ce moment. Chaque pronucléus mâle subit un mouvement pendulaire autour de son point de fixation (fig. 393, b, c), ce qui l'entraîne vers l'autre conjoint. Là il entre en contact

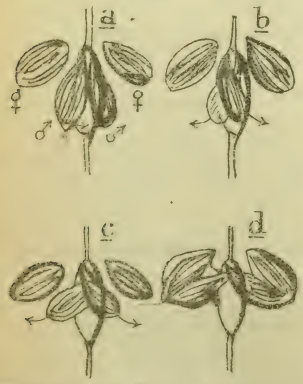


Fig. 393. P. caudatum stade E (im. Maupas)

(1) (Q. J. Micr. Sci. LIII, 1909, p. 371)

par son extrémité libre avec l'extrémité inférieure du pronucléus femelle de l'autre conjoint et se fusionne avec lui (fig. 393, d). Ce sont là les phénomènes essentiels de la conjugaison, qui ont été découverts par Maupas.

Ils ont quelquefois été révoqués en doute. Ainsi Hoyer [1] chez Colpidium colpoda nie la fusion des pronuclei. Mais Dangeard [2] a revu celle-ci et réfuté les observations de Hoyer. Dehorne [3] chez Colpidium colpoda et Paramaecium caudatum prétend que le pronucléus femelle se détruit avant la fusion et qu'il y a seulement échange du pronucléus mâle entre les conjoints, sans formation d'un synkaryon. Dangeard [4] a encore réfuté ces observations et Collin [5] les déclare aussi controuvées.

La fusion des pronuclei est lente et la division suivante est déjà commencée qu'elle est encore incomplète.

Stade F. - Division du synkaryon. - Elle a lieu très rapidement, avec formation d'un boyau assez long (fig. 390, j, i, k, l)

C'est vers ce moment que s'effectue la séparation des deux conjoints : chacun emporte deux micronuclei (fig. 390, m) et régénère les formations qui ont été détruites par la fusion.

Vers ce moment aussi commence la destruction du macronucléus : il prend un aspect vermiculé (fig. 390, n), se fragmente et se dissout progressivement. Bütschli a

---

(1) (A. mikr. Anat. LIV, 1899, p. 112)
(2) (Le Bot. XI, 1910, p. 310)
(3) (C. R. Ac. Sci. CLII, 1911, p. 922 & 1354)
(4) (C. R. Ac. Sci. CLII, p. 1032 et 1703)
(5) (A.Z.E. (5), VIII, 1911, p. XXII)

décrit[1] chez Colpidium colpoda (Ehrbg.) & Stylonychia mytilus Ehrbg. le rejet par l'anus de fragments du macronucléus : c'est peut-être ce phénomène qui a été pris pour l'émission d'œufs.

Le processus pourrait s'arrêter là : il suffirait qu'un des micronucléi de chaque ex-conjugué s'accroisse et devienne un macronucléus. Les choses se passeraient réellement ainsi chez Chilodon cucullulus Ehrbg., d'après Bütschli[2]. Maupas[3] l'a confirmé chez Chilodon uncinatus Ehrbg.

Mais d'ordinaire les choses se compliquent, parce que une ou deux divisions successives du corps se préparent.

Stade G. - Seconde division du synkaryon. - Elle a lieu avec des noyaux assez longs et longitudinaux, qui portent en avant deux des noyaux-filles et en arrière les deux autres. Chez Colpidium colpoda (Ehrbg.) les deux noyaux antérieurs grossissent et deviennent deux macronucléi ; les deux postérieurs restent deux micronucléi. Le corps de chaque ex-conjugué se divise alors (sans participation des noyaux), de façon que chaque individu-fille emporte un macronucléus et un micronucléus. Ils sont donc reconstitués et redevenus semblables aux conjugués du début. Dans ce cas, une seule division était préparée dans l'appareil nucléaire.

Mais chez notre type il y a deux divisions annoncées : il y a redoublement du stade G. Chacun des 4 no-

---

(1) (Z.W.Z. XXV, 1875, p. 441 ; Brann, p. 1617)
(2) (Abh. Senckenb. Ges. X, p. 317)
(3) (1889, p. 266)

yaux qui viennent de se former (fig. 390, n) se divise avec formation de très longs boyaux longitudinaux (fig. 390, o) qui répartissent les noyaux-filles en deux groupes de quatre, l'un antérieur, l'autre postérieur (fig. 390, p). Le stade G n'est pas redoublé chez les espèces, pourtant très voisines de notre type. P. aurelia O.F.M.[1] et P. bursaria Focke[2].

Stade H. – Reconstitution. – Chez Paramaecium caudatum, d'après Maupas, les quatre noyaux antérieurs s'accroissent et deviennent quatre macronuclei (fig. 390, q). Des quatre postérieurs, trois dégénèrent et se dissolvent, un devient un micronucléus (fig. 390, r)[3]

Lors de la première bipartition qui suit la conjugaison, 24 à 30 heures après la disjonction, le micronucléus unique se divise et les quatre macronuclei se répartissent de telle sorte, que chaque individu en emporte deux (fig. 390, s). Lors de la bipartition suivante, 24 heures environ après la première, chaque nouvel individu emporte un seul macronucléus et la moitié du micronucléus : il est enfin reconstitué (fig. 390, t)

Les arbres généalogiques (fig. 394) des produits du micronucléus expriment ces phénomènes, d'après Maupas, dans le cas de Colpidium colpoda et de P. caudatum. En limitant le premier arbre à la fin du stade F et supposant que, dans chaque conjoint, un des noyaux devienne un macronucléus, on aurait le cas de Chilodon uncinatus.

---

(1) (Maupas 1889, p. 200)

(2) (Clara Hamburger (A. Prot. IV, 1904, p. 219).

(3) Doflein (Lehrbuch p. 191 et fig. 197) a observé aussi la dégénérescence de 3 noyaux chez Paramaecium putrinum C. & L.)

En résumé, le macronucléus disparait ; le micronucléus subit deux divisions, dont la 2e est réductrice. (Ces phénomènes sont parallèles au rejet de deux globules polaires).

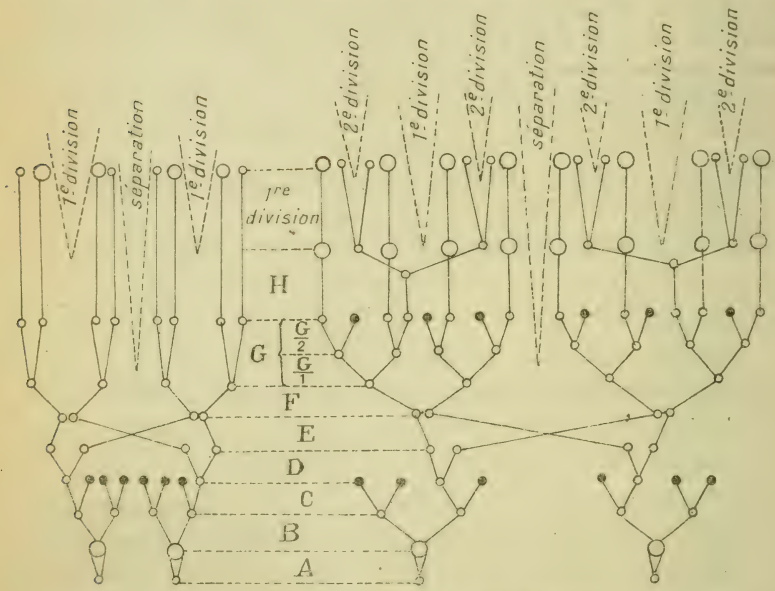


Fig 394. Schéma des divisions du micronucléus dans les deux conjoints (d'après Maupas)

Un seul des produits persiste dans chaque conjoint. Il donne par division les deux pronucléi. L'un de ceux-ci est échangé et s'unit au pronucléus immobile de l'autre. Le syncaryon se divise et ses produits donnent naissance à tout l'appareil nucléaire des individus, macronucléus et micronucléus.

Quelques mots sur les variantes du phénomène.

Quand les ex-conjugués sont affamés, des fragments de l'ancien

macronucléus viennent se fusionner avec les nouveaux. De plus, la première bipartition se trouvant empêchée, la régularisation se produit par la fusion des quatre macronucléi du stade H en un seul.[1]

Quand il y a plusieurs micronucléi dans l'individu normal, au début de la conjugaison tous se divisent; mais il n'en persiste jamais qu'un seul à la fin du stade C, pour donner les deux pronucléi; tous les autres dégénèrent.

Plate[2] a décrit dans la conjugaison de Spirochona la fusion des deux macronucléi des deux conjoints. Collin ne croit pas le fait démontré.[3]

Hickson & Wadsworth[4] ont vu, chez l'Acinétien Dendrocometes paradoxus Stein, les macronucléi des conjoints entrer en contact vers la fin de la conjugaison; il y a comme un début de caryogamie des macronucléi (fig. 395); mais ils se séparent ensuite et dégénèrent tous deux.

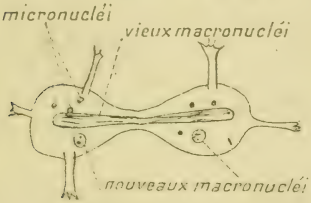


Fig. 395. Conjugaison de Dendrocometes sp. (d'ap. Hickson)

Martin (Q. J. Micr. Sci. LIII 1909, p. 370) croit cette caryogamie anormale.

Collin a observé[5] chez un infusoire astome parasite du sang de Gammarus pulex, Anoplophrya (Collinia) branchiarum (Stein), que les macronucléi deviennent très allongés, la moitié de chacun pénétrant dans le corps de l'autre conjoint (fig. 396 a). Les ex-conjugués possèdent alors la moitié des deux macronucléi (b); mais ces deux moitiés ne se fusionnent pas et dégénèrent. Ce fait avait été déjà entrevu par Aimé Schneider[6]. Collin cherche à l'expliquer par des nécessités d'équilibre.

---

(1) (Maupas 1889, p. 207)

(2) (Z.W.Z., XLIII, 1886, p. 207)

(3) (A.Z.E. (5), I, 1909, p. 379).

(4) (Q. J. Micr. Sci, XLV, 1902, p. 341. Cf. Hickson, Zoology Lankester, I – 2, p. 390)

(5) (A.Z.E, (5), I, 1909, p. 367)

(6) (Tabl. Zoologiques, I, 1885, p. 78)

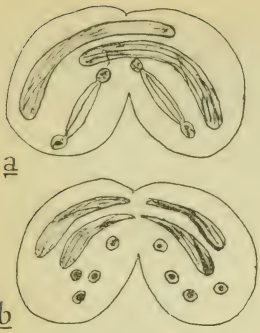
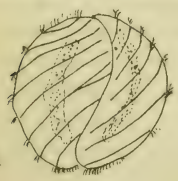


Fig. 396. Collinia branchiarum (Stein) (imit. Collin)

Chez quelques Infusaires, tels que Leucophrys patula Müll., Prorodon teres Ehrbg., Enchelys farcimen Ehrbg., les conjugants sont très petits, parfois même un peu différents des normaux (ils n'ont pas de bouche chez Leucophrys) : ces individus résultent de divisions rapides et répétées (Hungerteilungen de R. Hertwig)[1]. Prowazek[2] a vu ces petits individus de Leucophrys redevenir normaux par l'addition de quinine à leur milieu nutritif.

Chez l'Hypotriche Euplotes patella Ehrbg., Maupas[3] a observé que le micronucléus subit régulièrement une division supplémentaire avant le gonflement qui caractérise le stade A et avant les deux divisions réductrices. Nous retrouverons un fait analogue chez les Vorticelles.



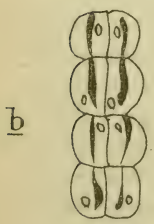


Fig. 397. Polyspira Delagei Minkiew.

R. Minkiewicz[4] a observé chez Polyspira Minkiew. et Gymnodinioïdes Minkiew., découverts dans les mues de Pagures à Roscoff, un mode de reproduction fort intéressant, qu'il a appelé syndesmogamie : deux individus s'accolent (fig. 397 a), mais avant que la conjugaison proprement dite ait commencé, tous deux subissent des divisions répétées de façon à former deux chaînes parallèles d'individus, tous accolés deux à deux et fort différents des individus parents (b). Il y a là une véritable schizogonie : les conjugants primitifs

(1) (Maupas 1889 p. 251, 272).

(2) (Mem. Cruz, I, 1909, p. 105)

(3) (1889, p. 340)

(4) (C.R. Ac. Sci. CLV, p. 733; Bull. Ac Cracovie. 1913, p. 742)

sont des gamontes, les petits individus sont des gamètes : ils se trouvent en effet conjugués dès leur formation ; tous en même temps subissent les deux divisions réductrices et échangent leur pronucléi selon le mode habituel. Il y a ici accouplement de gamontes, comme chez une Grégarine par exemple.

On a signalé parfois des conjugaisons à 3 et même 4 individus (1). Prandtl (2) a vu, dans une conjugaison à 3 chez Didinium nasutum, deux individus se féconder réciproquement, le 3e se développant probablement par parthénogénèse.

c. Conditions de la conjugaison. Théories. — D'après

Maupas, la conjugaison intervient nécessairement après un certain nombre de bipartitions ; sinon, les Infusoires meurent par dégénérescence. Cette mort naturelle est contraire aux idées de Weismann. On sait en effet que, pour ce savant, les Métazoaires sont composés d'un corps périssable, le soma, et d'un élément persistant, le germen ou plasma germinatif, que l'individu transmet à ses descendants. L'Infusoire (et le Protozoaire en général), étant unicellulaire, n'a pas de soma. Tout entier formé de plasma germinatif, il est immortel. En effet, à chaque division il répartit toute sa substance entre ses descendants. Le fait que la mort naturelle interviendrait nécessairement après un certain nombre de bipartitions semblerait donc donner tort à Weismann

Il faut remarquer toutefois que beaucoup de Protozoaires possèdent au moins un rudiment de soma : le résidu, si fréquent chez les Sporozoaires, les valves et les capsules polaires des spores de Cnidosporidies, les cellules végétatives des Volvox, le macronucléus des Infusoires, se détruisent à chaque période reproductrice.

Quoi qu'il en soit pour Maupas, la conjugaison est indispensable pour rajeunir la culture. Pour qu'elle puisse avoir lieu, il faut d'après lui : qu'il y ait commencement de dégénérescence (dépression de Calkins), qu'il y ait inanition, et que les deux conjoints proviennent de lignées différentes. Deux Infusoires descendant par bipartition du même parent ne se conjuguent pas normalement. Pourtant, quand la dégénérescence a commencé,

---

(1) (Maupas, 1889, p. 184, 418, pl. XVII, fig. 1)

(2) (A. Prot. VII, 1906, p. 243)

il peut y avoir des conjugaisons entre parents, mais elles ne font alors que hâter la fin de la culture.

Ces conditions ont toutes été infirmées par les expériences subséquentes.

Ainsi Enriques[1] a vu une jeune Opercularia coarctata se conjuguer avec sa "tante". Jennings[2] a fait conjuguer des individus de même lignée, puis des descendants de cette conjugaison entre eux, et ainsi de suite jusqu'à neuf fois, sans qu'il y ait eu dégénérescence appréciable de la culture.

La faim semble être une condition importante pour déterminer la conjugaison. Julin[3] a très ingénieusement cherché a expliquer son rôle. Nous savons qu'elle agit uniquement sur le macronucléus : celui-ci, déprimé, doit donc perdre son action sur la cellule et l'animal tomber sous l'empire du noyau reproducteur ; de là l'appétit sexuel. Les deux premières divisions du micronucléus sont le début d'une division ordinaire de l'individu, mais celle-ci ne s'achève pas, parce que le macronucléus a perdu son action régulatrice. De même les premières bipartitions qui suivent la conjugaison ne s'achèvent que lorsque le nouveau macronucléus est complètement différencié ; mais ceci n'est pas absolu.

Pourtant d'après Calkins[4], la faim ne suffit pas à amener la conjugaison. C'est le passage brusque de l'abondance de nourriture à la disette qui paraît la déterminer.

Enriques[5] a admis chez Chilodon dentatus la "reconjugaison" d'individus qui venaient de se séparer d'un conjoint. Il ne pouvait y avoir eu dégénérescence entre ces conjugaisons si rapprochées. Et Jennings[6], séparant deux individus au moment où ils allaient se conjuguer, a constaté qu'ils continuaient à se diviser comme auparavant : donc ils n'étaient pas en dégénérescence.

La conjugaison elle-même ne paraît pas indispensable, si

---

(1) (A. Prot. IX, 1907, p. 218),

(2) (J. exp. Zool. IX, 1910, p. 286; The popular science, monthly, june 1912, p. 569)

(3) (Bull. sci. France - Belgique, XXV, 1893, p. 329, 339)

(4) (A. Entwickmechan. XV, 1902, p 180)

(5) (A. Prot. XII, 1908, p. 233)

(6) (The pop. Sci. 1912, p. 570)

l'on songe que Calkins[1] a pu rajeunir ses cultures en changeant simplement leur milieu nutritif. Il croit avoir opéré ainsi un rajeunissement chimique. Mais Woodruff est d'avis que la dégénérescence elle-même n'est pas inévitable : elle se produit seulement quand les conditions sont trop uniformes ou insuffisamment favorables. Il a pu en effet[2] cultiver Paramaecium aurelia 41 mois, et en obtenir 2121 générations sans conjugaison, simplement en changeant tous les jours le milieu nutritif.

Il résulte de ses expériences que, dans des conditions constantes, il y a une variation périodique du rythme de la multiplication. Woodruff admet de plus[3] que les résultats contradictoires obtenus par différents auteurs sur ces questions tiennent à des différences de races.

Jennings[4] a en effet isolé 8 races (génotypes) de P. caudatum différant par quelques caractères. Ainsi la taille des individus composant chacune de ces races varie entre certaines limites, mais leur taille moyenne est constante dans les mêmes conditions. Un individu isolé d'une de ces races peut donner, par ses bipartitions successives, toutes les variétés de taille de sa race, mais non pas toutes celles de l'espèce, dont les dimensions varient de 45 à 310 μ. Or il y a des races qui se conjuguent plus ou moins fréquemment et dans des conditions différentes ; il y en a même dont Jennings n'a jamais pu provoquer la conjugaison.

Il faut dire pourtant que Zweibaum[5] ne croit pas à la réalité de ces races : d'après lui P. caudatum est toujours apte à se conjuguer après une diette de 5 à 6 semaines, et il se conjugue toujours quand on diminue brusquement la quantité de nourriture. Il y a d'ailleurs un optimum de température pour cela : – il est de 20 à 23°–, et des limites : la conjugaison n'a lieu qu'entre 9 et 29°. Il y a aussi un optimum de concentration pour chaque sel dissous dans le milieu.

---

(1) (A. Entwickmechan. XV, 1902, p. 161)

(2) (A. Prot. XXI, 1910, p. 265; en 5 ans 1/2, 3340 gén. (Biol. Centralbl. 1913, p. 34.)

(3) (Biol. Bull. Wood's Holl, XXII, 1911, p. 60)

(4) (P. Amer. Phil. Soc. XLVII, 1908, p. 393; Jennings & Hargitt, J. Morphol. XXI, 1910, p. 497)

(5) (A. Prot. XXVI, 1912, p. 346)

25 cf

On le remarquera, la conjugaison des Ciliés (et encore moins la conjugaison totale des Plasmodromes) ne donne pas directement lieu à une multiplication des individus. D'après Bütschli[1] Maupas et autres, il y a seulement rajeunissement, c'est-à-dire que les individus subissent, du fait de la conjugaison, une réorganisation, qui renouvelle leur faculté de se diviser, mais sans accélérer le rhythme de la scissiparité[2]. Maupas[3], R. Hertwig[4] ont même remarqué qu'après la conjugaison il y a plutôt un ralentissement des divisions; et Jennings a confirmé le fait. Il arrive même souvent que les ex-conjugués meurent tous les deux ou dégénèrent. Aussi R. Hertwig admet-il[5] qu'il ne s'agit pas d'un vrai rajeunissement mais plutôt d'une régularisation des relations existant entre le cytoplasma et le noyau (Kernplasmarelation). Normalement, dit-il, il y a équilibre entre ces deux ordres de substances. Mais le cytoplasma croît d'ordinaire plus vite que le noyau, ce qui amène une altération de cet équilibre. Il se rétablit au moment où la division va se produire, car alors le noyau grossit énormément. Mais la division du noyau n'est jamais parfaitement égale. Par suite, l'équilibre ne peut jamais se rétablir complètement et est toujours instable. Il arrive un moment où le déséquilibre est tel que la division devient impossible. L'être est alors en état de dépression, état qui peut aussi être amené par la faim, l'excès de nourriture, ou des changements trop brusques de température, etc. Cet état peut être corrigé, dans une certaine mesure, par le rejet de plasma, ou d'une partie de la chromatine sous forme de chromidies. Mais cela même finit par ne plus suffire. Alors intervient la conjugaison, qui réorganise complètement l'animal et rétablit l'équilibre rompu. Cette théorie, objecté Minchin[6] s'applique bien à l'anisogamie

---

(1) (ZWZ, XXV, 1875, p. 438)

(2) (Maupas, CR. Ac. Sci., CV, 1887, p. 357).

(3) (1889 p 205, 503, etc.),

(4) (Abh. Bayer. Ak. XVII, 1889, p 223)

(5) (Biol. Centrlbl. XXIII, 1903, p. 49; A. Zellforschung, I, 1908,)

et expliquerait par exemple l'utilité de la conjugaison d'un œuf de Métazoaire, cellule très riche en cytoplasma, avec un spermatozoïde pourvu d'un énorme noyau. Mais elle n'explique pas l'isogamie : la fusion de deux cellules toutes semblables ne peut rien changer aux conditions de leur équilibre.

Schaudinn (1) part des Trypanosomes. Ils ont, comme on sait, deux noyaux, ayant tous deux des fonctions à la fois végétatives et animales ; mais le kinétonucléus a surtout des fonctions animales, le trophonucléus surtout des fonctions végétatives. Or, dit Schaudinn, chez certains individus le kinétonucléus est relativement très gros ; chez d'autres c'est le trophonucléus. Il y a chez les premiers prédominence des fonctions animales : ils sont plutôt mâles ; chez les seconds, des fonctions végétatives : ils sont plutôt femelles. Ces deux états sont obtenus par différenciation d'un état primitif indifférent, qui serait un ookinète. Les divisions successives de cet élément, n'étant jamais parfaitement égales, certains descendants s'enrichissent en éléments qui président aux fonctions animales, tandis que dans d'autres s'accumulent les éléments végétatifs. Mais cette différenciation progressive dans un seul sens finirait par rendre la multiplication impossible, si la conjugaison ne venait rétablir l'équilibre entre les deux noyaux. Généralisant cette interprétation, Schaudinn admet que les sexes sont le résultat d'une différenciation unilatérale, mais toujours incomplète, d'un état primitif indifférent. Il est à peine nécessaire de faire remarquer combien est fragile la base de cette théorie, les faits sur lesquels elle s'appuie étant tous très contestables, sinon controuvés.

Etendant une idée de Bütschli (2), Doflein (3) admet que les deux ordres de fonctions, végétatives et animales, sont liés à deux ordres de substances. La division ne sépare pas exactement ces deux substances par moitiés : certains individus reçoivent trop de l'une, les autres trop de l'autre : de là la différenciation sexuelle. Et celà explique du même coup pourquoi il y a à peu près autant de mâles que de femelles. Doflein admet que ces deux substances s'attirent, parce qu'elles réagissent fortement l'une sur

---

(1) (Verh. deutsch. Zool. Ges., XV, 1905, p. 16)

(2) (Bronn, p. 1642)

(3) (Lehrbuch, p. 259)

l'autre, ce qui explique l'attraction des gamètes.

Minchin[1] ajoute la remarque que la distribution de ces substances doit être inégale surtout, quand la mitose est encore imparfaite ; d'où la nécessité de conjugaisons plus fréquentes. Quand la mitose s'est perfectionnée, la conjugaison est devenue moins nécessaire ; mais les avantages qui résultent pour l'espèce de l'amphimixie, combinant des tendances héréditaires différentes, a dû la conserver, même dans ce cas.

Jennings[2] observe des différences importantes entre les descendants d'un couple de conjugués : la variation est donc, après la conjugaison, plus forte que normalement. C'est là pour lui le résultat essentiel de la conjugaison : elle fait apparaître des individus ayant des qualités diverses. Parmi ceux-ci, il y a des chances pour qu'il s'en trouve de plus vigoureux, ou de plus aptes à résister aux conditions dans lesquelles se trouve la culture : de là l'apparence de rajeunissement. Chez les animaux supérieurs, la fécondation a deux effets : elle détermine le commencement du développement, et elle amène des variations, par les combinaisons diverses qu'elle produit entre les caractères des deux parents. La conjugaison des Infusoires n'a que ce second effet, mais elle n'est pas indispensable pour amener la multiplication.

On a cherché à ramener la conjugaison partielle à la conjugaison totale. Doflein[3] a, du reste, décrit un phénomène qui établit le passage entre ces deux modes : chez Paramæcium putrinum Clap. et Lachm., quand les deux conjoints sont par hasard de taille inégale, le plus petit est comme vidé par le plus gros d'une partie de sa substance ; si le processus s'achevait, il y aurait fusion complète ; et il en est ainsi chez les Vorticelles.

Veroluys[4] part d'êtres à conjugaison totale et égale, suivie de la division en deux du zygote. Chez les Infusoires, dit-il, le stade de fusion complète des deux individus est sauté. Les deux conjugués représentent des gamètes primitifs ; la division du micronucléus qui produit les pronucléi, représente la première divi-

---

(1) (Introduction, p. 161)

(2) (The pop. Sci. 1912, p. 571)

(3) (S. B. Ges. München, 1907)

(4) (Biol. Centrlbl. XXVI, 1906, p. 46)

sion du syncaryon, qui primitivement avait lieu après la conjugaison totale[1].

Lühe[2] et Hartmann[3] pensent au contraire que chaque individu se divisait primitivement en petits gamètes qui subissaient une conjugaison totale. Il en est encore ainsi, comme nous le verrons, chez les Opalines. (La syndesmogamie de Minkiewicz peut d'ailleurs s'en rapprocher). Dans cette interprétation, les conjugués sont, non pas des gamètes, mais des gamétocytes, qui s'accouplent (comme les Grégarines ou les Adelea) et qui produisent des gamètes rudimentaires, réduits à leur noyau. Les divisions du micronucléus qui précèdent la formation des pronucléi sont le souvenir des divisions qui formaient primitivement ces gamètes.

M. Popoff[4] homologue avec plus de raison ces premières divisions du micronucléus, aux divisions réductrices, et croit que les divisions qui rappellent la formation des gamètes sont les dernières bipartitions normales, précédant la conjugaison, celles qui donnent naissance aux petits conjugants de Leucophrys. La division supplémentaire du micronucléus, qui précède les deux divisions réductrices chez Euplotes patella, et que nous retrouverons chez le microgamète des Vorticelles, a la même signification.

On admet généralement cette homologat n des deux premières divisions du micronucléus aux deux divisions de maturation des Métazoaires : alors la mitose qui différencie les deux pronucléi est surajoutée et spéciale aux Infusoires. Giard[5] avait pourtant tenté une autre interprétation. Le 2e globule polaire de l'œuf, dit-il, est le frère du pronucléus femelle ; donc c'est la mitose différenciant les pronucléi des Infusoires qui correspond à la deuxième division de maturation. Mais l'accroissement du micronucléus au stade A, comparable à l'accroissement des dernières gonies pour donner des cytes de premier ordre, semble un point de départ plus naturel.

---

(1) (Cf. Boveri, Art. "Befruchtung" dans : Ergebn. der Anat. und Entwickl. I, Wiesbaden, 1892 et Julin, Bull. Sci. France-Belgique, XXV, 1893, p. 337)

(2) (Sch. phys. ök. Ges. Königsberg, XLIII, 1902, p. 3)

(3) (A. Prot. XIV, 1909, p. 327)

(4) (Z.W.Z. LXXXIX, 1908, p. 512)

(5) (Bull. sci. France-Belgique XXII, 1890, p. 216)

Régénération

La régénération est très active chez les Infusoires. 1/64 de Stentor est capable de régénérer un individu complet. Il y a destruction des organelles coupées et reformation de celles-ci [1]. Mais il faut que le fragment renferme au moins un fragment de macronucléus.

Le Dantec [2] a admis, chez des Infusoires indéterminés, la régénération du micronucléus aux dépens du macronucléus, dans les fragments qui en semblaient dépourvus.

Sewin [3], découpant des Paramécies en fragments, contenant tous un morceau du macronucléus tandis que l'un seulement contient le micronucléus, vit un seul des fragments se reconstituer et se diviser ; et ce n'est pas nécessairement celui qui contient le micronucléus. Il doit donc exister une sorte de centre de division, indépendant des noyaux. Il a pu cultiver quelque temps, une race de Paramécies sans micronucléus, qui se divisait, mais naturellement ne pouvait se conjuguer.

Classification

Les Infusoires se divisent en deux sous-classes :

1° *Ciliata* : des cils pendant toute la vie

2° *Tentaculifera* : des cils seulement à l'état de larve ;

---

(1) (Morgan, Biol. Bull. Wood's Holl, II, 1901, p. 311)

(2) (C. R. Ac. Sci., CXXV, 1897, p. 51)

(3) (P. Cambridge Phil. Soc. XVI, 1910, p. 39 ; P. Roy. Soc. LXXXIV, 1911, p. 332)

adulte à tentacules suceurs.

1ère Sous classe Ciliata Perty

C'est le type particulièrement étudié

On peut conserver la classification de Stein en 4 ordres :

1° Holotriches : cils plus ou moins uniformément répartis sur le corps, jamais soudés en cirres ou membranelles (sauf dans le pharynx); quelquefois des cils plus longs au voisinage de la bouche, mais jamais de zone adorale, formée de membranelles.

2° Hétérotriches : une zone adorale, formée de membranelles, au bord gauche du péristome ; corps plus ou moins couvert de cils ;

3° Hypotriches : une zone adorale ; cils absents sur le dos, soudés par places en cirres.

4° Péritriches : une zone adorale ; d'ordinaire un cercle aboral de membranelles, pas d'autres cils.

Doflein réunit les trois derniers ordres, tous pourvus d'une zone adorale différenciée, en un groupe des Spirigera (Blochmann), les Holotriches formant à eux seuls les Aspirigera (Blochmann), dépourvus de zone adorale.

1er Ordre Holotricha Stein

Pas de zone adorale : les cils voisins de la bouche peuvent être particulièrement longs, mais ils ne sont pas

soudés en membranelles. Les cils du corps sont à peu près égaux et non soudés en cirres. Leur distribution est très variable. Le plus souvent ils couvrent uniformément tout le corps, d'où le nom (ὅλος, tout ; θρίξ, cheveu, cil).

Deux sous-ordres, dont Bütschli[1] fait deux ordres indépendants :

1° Gymnostomata : bouche pouvant d'ordinaire se fermer, pharynx sans membrane ondulante.

2° Hymenostomata : bouche toujours ouverte, pharynx pourvu d'une membrane ondulante.

Mais on rapproche des Holotriches une série de formes dépourvues de bouche, dont on faisait autrefois le groupe des Infusoires astomes. Léger & Duboscq[2], puis Cépède[3] ont montré que ce groupe était artificiel. Il faut y distinguer les Opalines, Ciliés très inférieurs, dépourvus de micronucléus, et les astomes proprement dits, qui sont de vrais Ciliés, déformés par le parasitisme, et que nous placerons plus loin.

Opalines. Opalina Purkinje & Valentin, parasite du rectum de Batraciens et Poissons. O. ranarum Purk. & Val. du rectum de la Grenouille, atteint jusqu'à 800 μ ; très aplatie, avec légère encoche à gauche. Cils égaux, en rangées longitudinales serrées. Pas de vacuole contractile

---

(1) (Brown, p. 1677)

(2) (A.Z.E. (4), II, 1904, p XCVIII

(3) (C.R. Ass. Fr. Reims, 1907, I, p. 258 ; A.Z.E. (5), III, 1910, p. 347)

Chez d'autres espèces on a décrit des séries de vacuoles s'ouvrant les-unes dans les autres et à l'extérieur par un pore postérieur (1). Noyaux très nombreux chez cette espèce (deux seulement chez d'autres), tous équivalents: le caractère essentiel des Ciliés, d'avoir deux sortes de noyaux différents, ne s'applique donc pas ici.

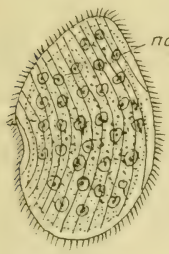


Fig. 398. Opalina ranarum Purk. et Val.

Ces noyaux sont pour Hickson (2) des macronucléi : les micronucléi seraient représentés par des grains chromatiques (chromidies) qui existent à côté d'eux. Pour Metcalf (3) ce seraient au contraire des micronucléi, l'élément nucléaire végétatif étant représenté par les chromidies, qui sont émises à chaque division des noyaux. D'après Pfitzner (4) les noyaux seraient omnipotents et réuniraient les attributions du macro et du micronucléus. C'est l'interprétation adoptée d'ordinaire. Ils se divisent par paramitose. Il y a paratinamitose chez Opalina saturnalis Léger & Duboscq (5), seule forme habitant le rectum d'un Poisson (Box boops L. en Méditerranée.) L'espèce doit son nom à ce que le nucléole prend, à la mitose, la forme d'un anneau (fig. 399) qui se fend ensuite en deux.

Fig. 399. Mitose chez Opalina saturnalis Lég. et Dub.

La division des noyaux est bien plus rapide que celle du corps, qui se fragmente irrégulié-

(1) (Metcalf, A. Prot X, 1907, p. 183, 365)
(2) (Zoology Lankester, I-2, p. 378)
(3) (A. Prot. XIII, 1908, p. 300)
(4) (Morph. Jahrb. XI, 1886, p. 454)
(5) (A:Z.E. (4), II, 1904, p. 351)

rement, pendant toute l'année, en individus multinucléés.

Fig. 400. O. ranarum
petit individu à 5 noyaux.

Mais au printemps, au moment de la ponte de la Grenouille, le corps se divise rapidement en nombreux petits individus, contenant seulement 2 à 5 noyaux (fig. 400).

Metcalf a remarqué que, lors des 3 ou 4 dernières divisions nucléaires qui accompagnent la formation de ces petits individus, le nombre des chromosomes est réduit à la moitié. Neresheimer[1] a décrit la formation de ces noyaux aux dépens de chromidies caryogènes. L'émission de masses chromidiales paraît avoir été prise par Löwenthal[2] pour un micronucléus sortant du noyau

Ces petits individus s'enkystent. Léger & Duboscq[3] ont vu chez O. ranarum se former, à l'intérieur même du corps de la mère, des kystes contenant 1 à 4 noyaux.

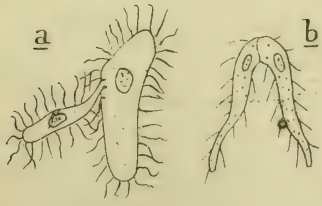


Fig. 401. Conjugaison des Opalines;
a. Opalina intestinalis (Ehrbg.)
(d'ap. Metcalf)
b. dimidiata Stein.
(d'ap. Neresheimer)

Ils deviennent libres, en laissant la mère trouée comme par une balle.

Les kystes sont évacués par la Grenouille. S'ils sont avalés par un têtard de Grenouille, il en sort de petits individus qui se divisent et deviennent des gamètes. Metcalf décrit (fig. 401), chez une autre

(1) (A. Prot. Supp. 1907, p. 8)
(2) (A. Prot. III, 1904, p. 387)
(3) (A.Z.E. (4), II, 1904, p. C)

espèce, des microgamètes uninucléés et des macrogamètes qui peuvent être plurinucléés, mais dont un noyau seul est employé lors de la conjugaison. Il y a conjugaison totale : encore une différence capitale avec les Ciliés normaux. Anisogamie pour Metcalf (a), isogamie pour Neresheimer (b). Le zygote s'enkyste : il doit reproduire l'adulte.

La place des Opalines dans la classification est encore discutée. Neresheimer [1], à cause de leur conjugaison totale et de l'existence d'une seule sorte de noyaux, en fait des Flagellés, à rapprocher probablement des Trichomonadides. Mais les caractères de l'adulte sont ceux d'un Cilié et il est peu vraisemblable que cette ciliation parfaite soit due au parasitisme. Il est probable qu'il faut avec Popoff [2] en faire des Ciliés inférieurs, n'ayant pas encore la différenciation normale des noyaux.

Passons aux Holotriches normaux :

1er Sous-ordre Gymnostomata Bütschli [3]

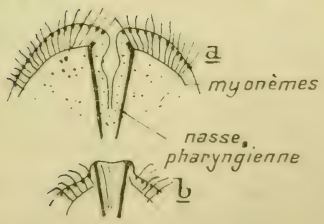


Fig. 402. Bouche de Prorodon teres Ehrbg.
a. nasse au repos
b. protactée (schéma)

Bouche simple, terminale ou presque, pouvant se fermer. Pas de péristome. Pharynx rectiligne, sans membrane ondulante, ni cils internes. Le plus souvent une série de baguettes longitudinales dans les

(1) (1907, p. 34)

(2) (Z.W.Z., LXXXIX, 1808. p. 517)

(3) γυμνός, nu, sans membrane ; στόμα, bouche.

parois latérales du pharynx, donnant de la rigidité à celui-ci. Le pharynx a ainsi l'aspect d'une nasse (fig. 402). Il peut être projeté pour attaquer les proies.

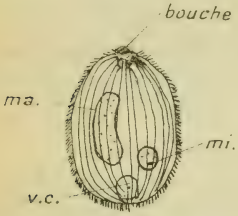


Fig. 403. Holophrya discolor Ehrbg.

Holophrya Ehrbg.[1] Atteignant 400 μ. Bouche terminale; pharynx court, baguettes nulles ou peu développées. Anus terminal inférieur. Pas de trichocytes. Mer et eau douce.

C'est peut-être à côté, ou au dessous, qu'il faut placer:

Ichthyophthirius multifiliis Fauquet[2]. 800 μ. Dans l'épithélium de la peau et des nageoires des Poissons d'eau douce. Ressemble extérieurement au précédent. A l'état adulte il n'y aurait qu'un macronucléus.

Sa croissance achevée, l'animal quitte son hôte et s'enkyste. Il se divise dans son kyste en un grand nombre de petits individus (normalement 256). Pendant cette division, le macronucléus de chaque jeune, bourgeonne un micronucléus[3], qui se divise en même temps que le macronucléus. Quand la multiplication est achevée, dans chaque petit individu le micronucléus se divise en quatre; deux d'entre eux dégénèrent, les deux autres se fusionnent par autogamie (?). Nerecheimer[4] décrit au contraire la dégénérescence de 3 micronuclei et la division en deux du restant, ce qui serait la préparation à une conjugaison normale; mais il n'a pas vu celle-ci. Le kyste se rompt, les jeunes deviennent libres et attaquent

(1) (ὅλος, tout; ὀφρύς, sourcil).

(2) (ἰχθύς, poisson; φθείρ, pou; — à beaucoup de fils. (A.Z.E. (1) V, 1876, p. 159)

(3) (Buschkiel, A. Prot. XXI, 1910, p. 81)

(4) (S.B. Ges. München, XXIII, 1908)

un nouvel hôte. En même temps, leur micronucléus pénètre dans leur macronucléus et se confond avec lui.

Le micronucléus ne sortirait du macronucléus qu'au moment de la reproduction.

Trachelocerca Ehrbg.[1] T. phœnicopterus Cohn; marin. Très allongé, atteignant 3 mm. Bouche terminale. D'après Sebedew[2] le micronucléus ne sort du macronucléus qu'à la conjugaison et lorsque les noyaux (qui sont en grand nombre) se sont déjà divisés deux fois.

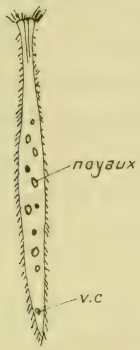


Fig. 404. Trachelocerca phœnicopterus Cohn. (im. Bütschli)

Prorodon Ehrbg. Forme régulière; nasse pharyngienne

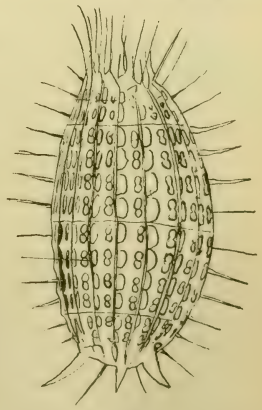


Fig. 406. Coleps hirtus O.-F.M.

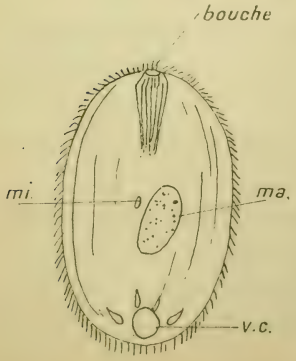


Fig. 405. Prorodon teres Ehrbg.

(1) (τράχηλος, cou; κέρκος, queue)

(2) (A. Prot. XIII, 1908, p. 70)

bien développée. Des myonèmes longitudinaux dans des canaux superficiels[1]. Les individus qui se conjuguent sont de petite taille.

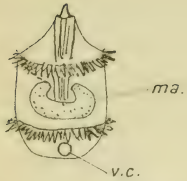


Fig. 407. Didinium nasutum Stein.

Antinobolus Stein. Entre les cils sont implantés de nombreux tentacules rayonnants, rétractiles, portant un trichocyste au sommet. Eau douce.

Bütschlia Schuberg, un des nombreux Ciliés de la panse des Ruminants; cilliation incomplète; cils petits, sauf en certains points, notamment autour de la bouche.

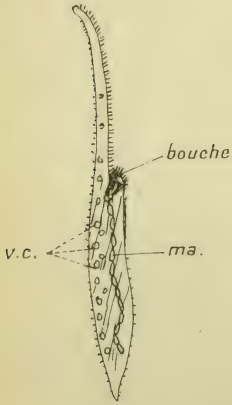


Fig. 408. Dileptus anser O.-F.M. (im. Bütschli)

Coleps Nitzsch, en forme de tonneau, cuirassé de plaques d'une substance organique; les cils passent entre elles. Eau douce et mer.

Didinium Stein; deux couronnes de membranelles obliques[2] seulement; bouche contenant une sorte de langue protractile, armée de trichites[3]. Attaque des Paramécies plus grosses que lui. Eau douce.

Dileptus Duj. Long lobe préoral très mobile, bordé de chaque côté d'une série de longs cils, se réunissant au

---

(1) (N. Maier, A. Prot. II, 1903 p. 82)
(2) (Cf. Chon, A. Prot. V, 1905, p. 285)
(3) (Chon, p. 292)

dessous de la bouche : c'est un rudiment de péristome. Atteint 1 mm. Eau douce et mer.

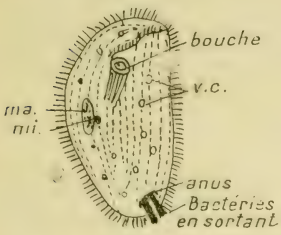


Fig. 409. Chilodon cucullulus. O.F.M. face ventrale (im. Stein)

Chilodon Ehrbg. très aplati du dos au ventre, cilié sur la face ventrale seulement. Bouche médiane ventrale ; nasse bien développée. Asymétrique. Eau douce et mer.

2e Sous-ordre Hymenostomata Delage et Hérouard (= Aspirotricha Bütschli)

Presque toujours asymétriques. Bouche toujours ouverte. Un péristome. Pharynx sans nasse, mais avec une ou

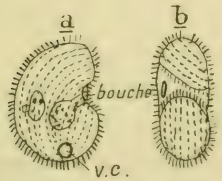


Fig. 410. Colpoda cucullulus O.F.M. a. côté droit ; b. vue ventrale (im. Maupas)

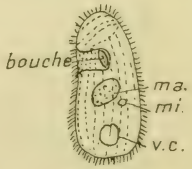


Fig. 411. Colpidium colpoda (Ehrbg). face ventrale (im. Bütschli)

deux membranes ondulantes longitudinales, dorsales.

Là se trouve notre type :

Paramaecium Stein, mer et eau douce.

Colpoda O.F. Müller. Réniforme (κολπώδης) de profil, par suite de l'existence d'une dépression ventrale, transversale un peu oblique, contenant la bouche à droite. Très commun dans les infusions de foin. Se multiplie seulement sous un kyste.

Colpidium Stein, analogue, mais sillon transver-

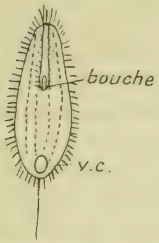


Fig. 412.
Uronema marina Duj.
face ventrale (im. Maupas)

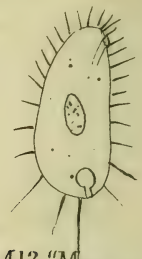


Fig. 413. "Maupasia"
paradoxa Schewiakoff,
côté droit.

sal moins profond et incomplet. Deux membranes ondulantes dans la bouche. Mer et eau douce.

Leucophrys Ehrbg. Eau douce. Divisions répétées avant la conjugaison.

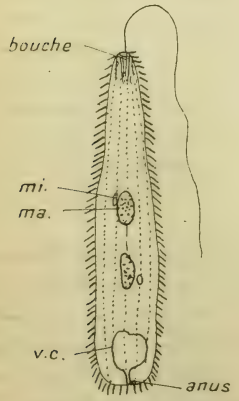


Fig. 414. Monomastix
ciliatus Roux

Uronema Dujardin, péristome en forme de gouttière étroite, longitudinale, ventrale. Une longue soie postérieure.

C'est peut-être ici qu'il faut placer: Maupasia Schewiakoff[1] Ce nom de genre devrait être changé: il est préoccupé par M. caeca Viguier[2], qui est une Annélide[3]. Forme d'eau douce de Hawaï. La ciliation est clairsemée dans la moitié postérieure; un flagelle plus long terminal. Micronucléus inconnu:

(1) (Mém. Ac. St. Pétersb. (7), XLI, 1893; Verh. Ver. Heidelberg (n.s.) IV, 1892, p. 552)

(2) (A.Z.E. (2), IV, 1886, p. 382)

(3) Il vient d'être appelé Mastigothrix par Poche (A. Prot. XXX, 1913, p. 146)

Willey & Hickson[1] proposaient avec doute d'en faire un Trichonymphide. Il est plus que probable que c'est un Cilié dont le micronucléus n'a pas été vu.

Peut-être aussi faut-il placer là :

Monomastix Roux[2], qui possède deux macronucléi et deux micronucléi, et un long flagellum, inséré à l'extrémité antérieure, près de la bouche. Lac de Genève. 75 μ. Roux rapproche cet animal du précédent, et Minchin[3] regarde ces deux formes comme intermédiaires aux Flagellatos et aux Ciliés. Des baguettes dans le pharynx, rappelant les Gymnostomes.

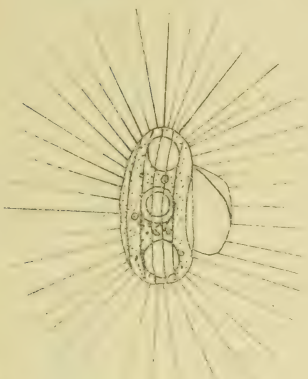


Fig. 415. Pleuronema Chrysalis Ehrbg.

Pleuronema Dujardin ; péristome en gouttière ventrale, longitudinale, bordée du côté gauche par une grande membrane ondulante. Pharynx réduit. C'est sans doute la membrane ondulante pharyngienne qui s'est développée hors de la bouche. L'animal est souvent immobile et les ondulations de sa puissante membrane lui amènent des particules alimentaires.

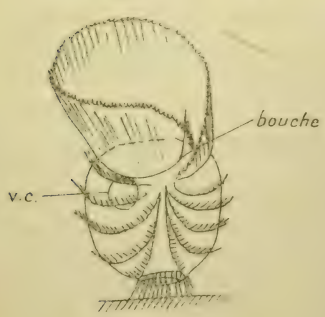


Fig. 416. Hemispeira asteriasi Fabre-Domergue (d'ap. Wallengren)

Hemispeira Fabre-Domergue[4] est placée ici avec doute par son auteur. D'autres le rapportent plutôt aux Trichodines. Des ceintures de cils, et une grande membrane ondulante, entourent le péristome. Une plage postérieure de cils fixateurs.

(1) (Zoology Lankester. I-1, p. 170)

(2) (Rev. Suisse Zool. VI, 1899, p. 558)

(3) (Introduction, p. 454)

(4) (J. Anat. Physiol. XXIV, 1888 p. 255)

26.7

Isotricha Stein, très commun dans la panse des Ruminants; se meut à reculons. Tégument complexe; macronucléus fixé par des tractus spéciaux à l'ectoplasme. Nombreuses vésicules contractiles.

Ancistrum Maupas[1]; concave du côté gauche et comprimé de droite à gauche. Bouche petite, en avant. En bas, une touffe de cils probablement collants, qui servent à l'animal à se cramponner. Nage à reculons. Cavité palléale de Mytilus, Venus, etc.[2]

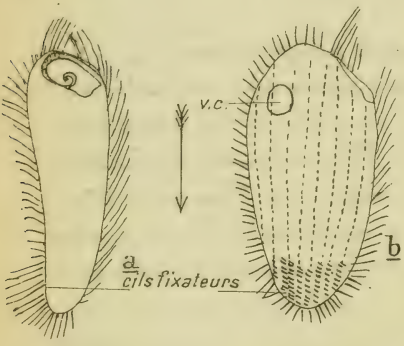


Fig. 417. Ancistrum mytili Maupas, a. face. b. profil, (im. Issel).

Cépède[3] rapproche de Ancistrum les genres Isselina Cépède et Protophrya Hofaid, qui sont des Astomes.

Les vrais Infusoires astomes[4] forment un ensemble assez peu homogène de parasites, ayant en commun la réduction ou l'absence de la bouche; tous sont pourvus d'un appareil nucléaire normal de Cilié et presque tous d'une vésicule pulsatile.

Protophrya oricola Hofaid, parasite dans la cavité palléale et l'utérus de Littorina rudis, présente encore une bouche et un pharynx, assez long mais étroit[5]. Le parasite déforme les embryons

(1) (ἀγκίστρον, crampon)

(2) (Maupas A.Z.E. (2), I, 1883, p. 476; Issel Mt. Neapel, XVI, 1903, p. 67)

(3) (A.Z.E. (5), III, 1910, p. 470)

(4) (Voir: Cépède, A.Z.E. (5), III, 1910, p. 341)

(5) (Cépède l. c., p. 472)

de son hôte.

Chez Intoshellina Cépède [1], parasite du tube digestif de Tubifex, le pharynx est réduit à une traînée pleine de protoplasma spécial. Un appareil fixateur, formé d'un crochet compliqué.

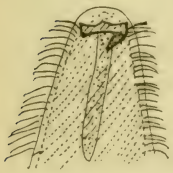


Fig. 418. Intoshellina Maupasi Cépède.

Anoplophrya Stein; nombreuses espèces, parasites du tube digestif d'Annélides Polychètes, Oligochètes, Hirudinées, de Paludines, Homards, etc. Forme allongée; pas de bouche [2]; macronucléus rubané; vésicules pulsatiles souvent nombreuses, pourvues d'une membrane [3], peut-être absente chez certaines espèces. Beaucoup se divisent transversalement de façon à former une chaîne d'individus où Cépède distingue un primite et des satellites. Tous peuvent se diviser transversalement, et non pas seulement le primite. Cépède [4] voit là une adaptation à la vie dans le mi-

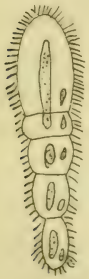


Fig. 419. Anoplophrya Maupasi Cépède.

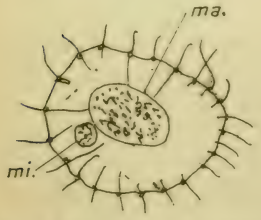


Fig. 420. Coupe de Collinia branchiarum Stein. d'ap. Collin

(1) (ibid. p. 394)

(2) (Pourtant chez A. Brasili, de l'intestin d'Annélides, Léger et Duboscq (A.Z.E, (4) II, 1904, p. 340) trouvent, à l'extrémité supérieure, une dépression qui serait un rudiment de bouche)

(3) (Cépède l.c., p. 398)

lieu intestinal, où les animaux volumineux sont plus exposés que les petits, à cause des lésions que peuvent leur causer les détritus intestinaux.

Fig. 421.
Rhizocaryum concavum C. et M., profil.

Collinia Cépède; chez C. branchiarum (Stein), des branchies de Gammarus, Collin[1], voit des racines ciliaires allant au macronucléus. (fig. 420)

Rhizocaryum Caullery & Mesnil, tube digestif de Polydora; macronucléus ramifié.

Orchitophrya stellarum Cépède, des organes génitaux mâles d'Astéries, n'a pas de vésicule pulsatile. La conjugaison, suivie par Cépède, paraît normale.

Nous passons maintenant aux Infusoires pourvus d'une zone adorale.

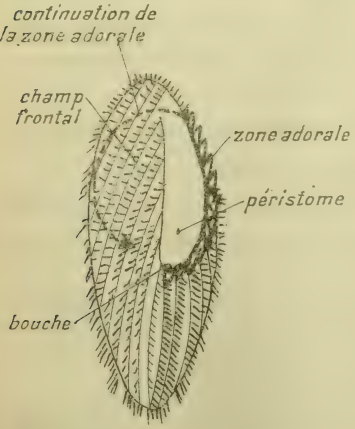


Fig. 422. Passage d'un Holotriche à un Hétérotriche (Schéma)

2e Ordre Heterotricha Stein[2]

Il y a encore des cils isolés, répartis de façon variable à la surface du corps; mais il s'ajoute, le long du bord gauche du péristome, une zone adorale. Supposons que dans une Paramécie les derniers cils de chaque rangée longitudinale, arrivés au voisinage du bord gauche du péristome, se soudent entre

(1) (A.Z.E. (5) I, 1909, p. 351)

(2) (ἕτερος, différent; θρίξ, cil.)

eux de façon à former autant de membranelles ; cette région, longeant le bord gauche du péristome et portant les cils, sera une zone adorale :

La ciliation générale du corps ne se continue pas dans le péristome. Très souvent la zone adorale ne se limite pas au bord du péristome, mais s'étend au delà vers le haut, en continuant sa courbe : elle tend ainsi à entourer plus ou moins complètement une aire de la face ventrale, qu'on appelle champ frontal ou pseudostome. Ce champ porte la continuation, plus ou moins modifiée, des rangées de cils. La zone adorale, en se prolongeant, tend à décrire une hélice sénestre. Delage & Hérouard (1) désignent ainsi une courbe telle qu'un promeneur, sortant de la bouche et suivant la zone, se dirige vers la gauche de la tangente en chaque point. Pas de trichocystes.

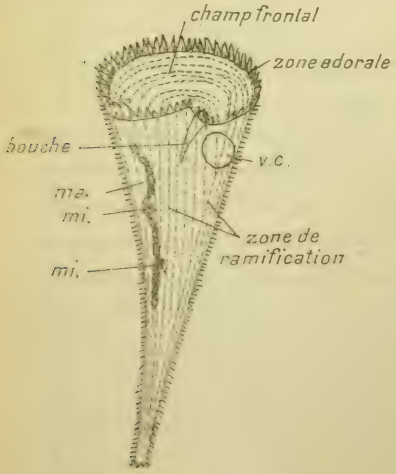


Fig. 423. Stentor cœruleus Ehrbg.

Deux sous-ordres :

1° Polytricha : un revêtement ciliaire général ;

2° Oligotricha : cils limités sur le corps à certaines zones.

1er Sous-Ordre Polytricha Delage et Hérouard

Outre la zone adorale, un revêtement ciliaire général. Nous prendrons pour type : Stentor Ehrbg., animal d'eau douce, fixé par son

(1) (Traité, I, p. 454, note)

extrémité inférieure, qui émet de fins pseudopodes. Sa forme générale est en trompette, dont le pavillon est le champ frontal, devenu ici presque terminal. Le corps conique est parcouru par des stries granuleuses, séparées par des stries claires, plus étroites. Les premières sont chargées de grains de pigment bleu chez S. cœruleus Ehrbg. Presque toutes ces stries vont de la pointe au bord du champ frontal ; pourtant, sur une certaine étendue de la face ventrale, toutes se branchent sur une strie-limite. Cette surface a été appelée par Schuberg[1] zone de ramification. Le champ frontal est légèrement excavé et devient de plus en plus profond dans sa partie gauche et ventrale, qui s'enfonce en un infundibulum légèrement spiralé, situé tout près du bord ventral du champ, un peu à gauche de la ligne médiane (fig. 424) Au fond de cet infundibulum s'ouvre la bouche, suivie d'un court pharynx sans différenciations. Tout le champ frontal est sillonné de stries, semblables à celles du corps, à peu près parallèles au bord externe du champ et se dirigeant vers la bouche. Le péristome ne correspond qu'à la partie la plus déprimée du champ frontal, voisine de la bouche.

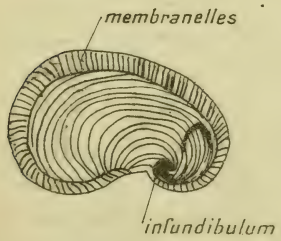


Fig. 424. Stentor cœruleus, champ frontal, vu de face (im. Schuberg)

Sur le bord du champ frontal s'étend la zone adorale, qui part de la bouche, suit le bord de l'infundibulum buccal, fait le tour presque complet du champ frontal et s'arrête sur la face ventrale, à peu de

(1) (Z. Jahrb. Anat. IV, 1891, p. 200)

distance de l'infundibulum. La zone adorale est formée de membranelles, insérées perpendiculairement à sa direction, et composées chacune de deux rangées de cils agglutinés, dont les grains basaux sont bien reconnaissables (fig. 425, a, b,)[1]. Chaque membranelle affecte la forme d'un triangle. Elle se continue à l'intérieur du corps par une lame basale, claire, également triangulaire, et prolongée par un filament basilaire (fig. 425 a). Celui-ci est relié aux prolongements des membranelles précédentes et suivantes par un cordon continu, qui fait le tour du champ frontal. Il sert peut-être à établir une liaison entre les mouvements des membranelles et a été comparé à un cordon nerveux.

Une coupe transversale de la paroi (fig. 425 c) montre que les cils sont insérés au bord des stries grenues et pigmentées, du corps et du champ frontal.

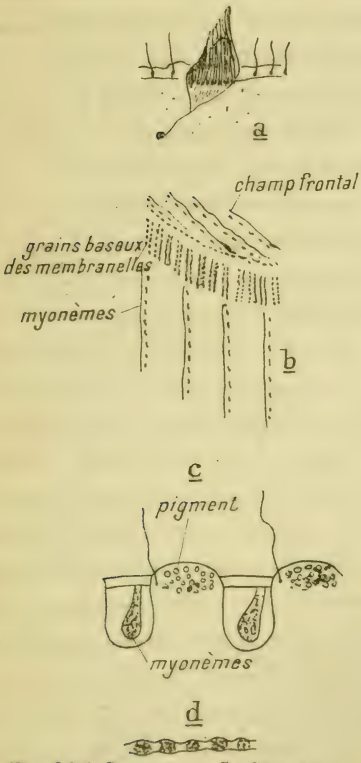


Fig. 425. Structure de Stentor
a. coupe transversale de la zone adorale
b. coupe tangentielle au voisinage de la zone adorale (im. Maier)
c. coupe transversale du corps (im. Schröder)
d. Myonème (im Schröder)

(1) Bütschli (Bronn, p. 1335), Maier (a. Prot II, pl. IV, fig. 10 a)

Aux stries étroites correspondent des myonèmes contenus dans des cavités canaliformes. Ces myonèmes sont assez distinctement striés[1].

Johnson[2] a nié la striation et les canaux, mais ils ont été retrouvés par Schröder (fig. 425, d)[3]. Neresheimer[4] a décrit, dans la moitié inférieure du corps, des fibrilles probablement nerveuses (neurophanes) accompagnant les myonèmes du côté externe. Schröder[5] croit à une confusion avec les stries claires, qui recouvrent les canaux.

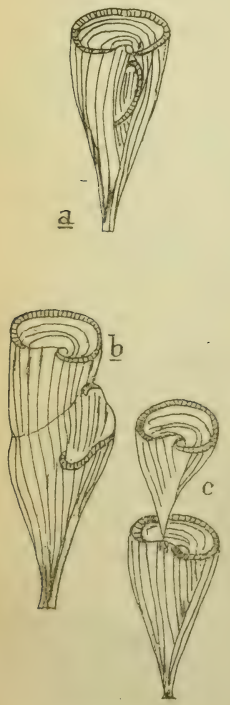


Fig. 426.
Division de Stentor
(im. Johnson)

Macronucléus très long, en chapelet; micronucléi nombreux. Une vésicule pulsatile, accompagnée d'une série longitudinale d'autres vacuoles. Chez S. Roeseli Ehrbg., la vesicule est pourvue d'un canal allongé, situé sur le côté gauche de l'animal, et d'un autre canal parallèle à la zone adorale.

D'après Johnson[6] il n'y aurait pas d'anus préformé et la défécation aurait lieu en un point quelconque du côté dorsal, au-dessous de la zone adorale.

---

(1) (Bütschli (Brown, p. 1300)
(2) (J. Morphol. VIII, 1893, p. 483)
(3) (A. Prot. VIII, 1907, p. 5)
(4) (A. Prot. II, 1903 p. 306)
(5) (l. c. p. 9)
(6) (l. c. p. 544)

L'animal peut se détacher et nager avec ses cils.

Sa division est assez spéciale (Johnson) : une fente apparait dans la zone de ramification : des membranelles se montrent le long de cette fente : (fig. 426, a) : puis celle-ci s'incurve pour entourer une partie de la surface ventrale du corps. Alors apparait un sillon spiralé qui étrangle le corps (b). Le macronucléus se condense un corps ovoïde qui se divise amitotiquement. Une des vésicule moyenne devient pulsatile. L'étranglement continuant, l'individu supérieur se trouve fixé au bord du champ frontal de l'inférieur (c). Il peut arriver que l'individu supérieur dégénère au lieu de se détacher. Il y a alors simplement rénovation du champ frontal.

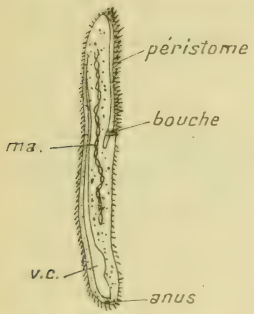


Fig. 427. Spirostomum ambiguum Ehrbg. (im. Stein)

La conjugaison est rare. Elle paraît toujours inégale, le petit conjoint, libre, venant s'accoler au grand par une petite surface des champs frontaux.

D'autres formes sont plus simples:

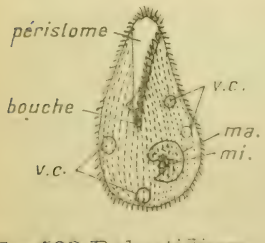


Fig 428. Balantidium entozoon Ehrbg. (im. Stein)

Spirostomum Ehrbg., (fig 427) très allongé, atteignant 4 mm5, possède un péristome en gouttière très étroite, bordé du côté gauche par une zone adorale de membranelles. Macronucléus en chapelet, nombreux macronucléi, vésicule pulsatile inférieure avec long canal du côté droit. L'animal se tord très souvent en forme de vis et le péristome décrit alors plusieurs tours de spire. Mer et eau douce.

Balantidium Clap. & L.[1] Ovalaire, péristome plus large, triangulaire. B. entozoon, intestin de Grenouille (fig. 424). B. coli (Malmsten), dans l'intestin du Porc et de l'Homme, où il paraît causer une dysenterie balantidienne.

D'après Comes[2], il se nourrirait de globules rouges, mis en liberté par d'autres parasites de l'intestin. Il passerait du Porc à l'Homme par des kystes ingérés avec de l'eau, des saucisses, etc. Assez répandu en Allemagne. Brumpt[3] en a vu deux s'enkyster ensemble et se fusionner.

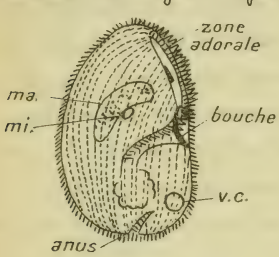


Fig. 429. Nyctotherus cordiformis Ehrbg.

Nyctotherus Leidy (fig. 429). Intestin d'Anoures et de l'Homme. Péristome étroit et long, bouche après le milieu du corps. Un anus au bout d'un tube anal cilié[4].

Bursaria O.-F. Müll. Eau douce. Péristome énorme, en entonnoir, dans lequel pénètre la zone adorale, formée de membranelles très grandes.

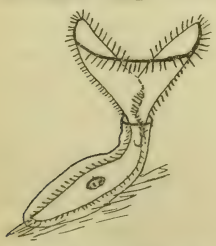


Fig. 430. Folliculina ampulla O.-F.M. vu de dos (im. Stein)

Folliculina Lamarck (fig. 430) est au contraire plus différencié : c'est un Stentor à champ frontal très élargi et comme ailé. Vit dans un tube chitineux fixé, (de même que quelques Stentor). Mer et eau douce.

---

(1) (dim. de βαλάντιον, poche)

(2) (A. Prot. XV, 1909, p. 54)

(3) (C. R. Soc. Biol, LXVII, 1909, p. 105; Précis de parasitologie, p. 149)

(4) (Bütschli, Brom, p. 1721; Maier, A. Prot. II, 1903, p. 98)

2e Sous-Ordre Oligotricha Bütschli

Ciliation du corps réduite. Champ frontal très antérieur, rappelant celui de Stentor.

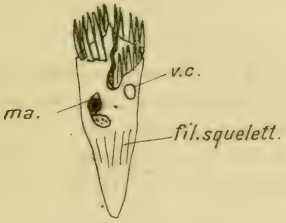


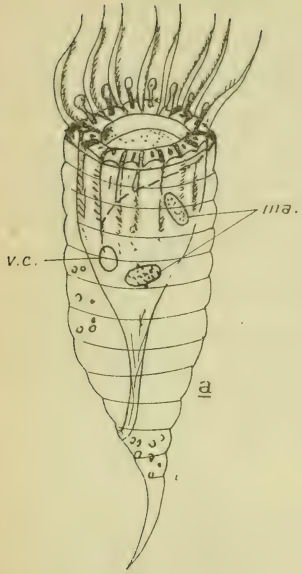
Fig. 431. Strombidium typicum (Lank.) (im. Bütschli)

Strombidium Cl. & L.[1] Conique, à pointe postérieure. Champ frontal saillant au milieu, entouré presque complètement de membranelles élevées et étroites. Péristome ventral. A son bord gauche, trois faisceaux de cils soudés (cirres) qui servent à fixer l'animal. Quelques cils seulement sur la face ventrale du corps. Des sortes de filaments squelettiques internes, qui ne sont pas des trichocystes. Surtout marin.

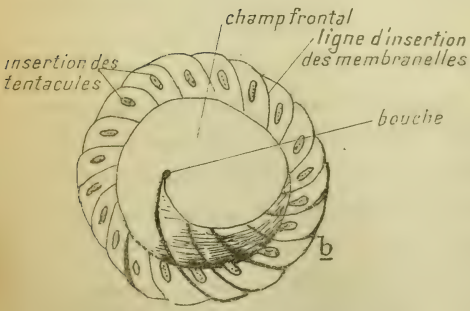
Strobilidium Schewiakoff[2], d'eau douce, fixé par l'extrémité inférieure. Fauré-Fremiet[3] y a décrit un noyau unique, aux dépens duquel semble se former un micronucléus, après la division seulement.

Tintinnus Schrank (et genres voisins) Tintinnidium Kent, Tintinnopsis Stein, etc[4]. Conique, fixé par pédoncule, qui contient des myonèmes[5], au fond ou à la paroi latérale d'une coque chitinoïde ou gélatineuse, ou

(1) (στρόμβος, toupie)
(2) (στρόβιλος, toupie)
(3) (A. Prot. XXI, 1910, p. 189)
(4) (tintinnus, sonnette
(5) (Schweyer, A. Prot. XVIII, 1909, p. 166)



forme de cloche ou de manchon. Champ frontal tout à fait supérieur (dont le péristome est une dépression ventrale), entouré d'un rebord circulaire, très saillant, qui porte les membranelles de la zone adorale. Celle-ci décrit un cercle complet ; les dernières membranelles se prolongent dans le péristome jusqu'à la bouche.



G. Entz jun.[1] puis Schweyer[2] décrivent, chez certains, entre les membranelles, des sortes de tentacules ou de prolongements coniques, peut-être sensitifs. Ces membranelles sont très hautes et étroites, frangées au bord[3]; les franges les plus

Fig. 432. Tintinnus Vosmaeri V.Dad.
a, vue ventrale : les membranelles et les tentacules abrasés sur la moitié ventrale.
b, champ frontal vu de face (im. Schweyer).

(1) (A. Prot. XV, 1909, p. 142)
(2) (l.c. p. 158)
(3) (Faurié - Fremiet A. Prot. XI, p. 233)

internes ont été prises pour une série particulière de cils, dits paroraux. Des cils très courts sur le corps. Mer et eau douce, libre ou fixé. Au moment de la division, qui est transversale, selon la règle, les grains basaux des membranelles dériveraient du macro- ou du micronucléus (1)

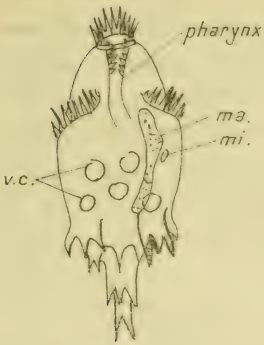


Fig. 433. Ophryoscolex caudatus Eberlein, face ventrale.

Vient ensuite une série de formes parasites de la panse des Ruminants, et présentant souvent une forme et une constitution étranges :

Ophryoscolex Stein, (ὀφρύς, sourcil ; σκώλεξ, Ver) ; au-dessous du péristome, seconde rangée de membranelles. Pointe inférieure entourée de prolongements bizarres.

3e Ordre Hypotricha Stein (2)

Des cils vibratiles sur la face ventrale seulement, le dos ne portant que des soies sensitives immobiles, clairsemées. Animaux de petite taille d'ordinaire, aplatis du dos au ventre. Péristome ventral profond, disposé comme celui des Holotriches, mais avec une zone adorale sénestre, dépassant en haut le péristome, sans se fermer sur elle-même. Les membranelles qui composent la zone adorale sont toujours formées de deux rangées de cils soudés et présentent un prolongement interne, mais ceux-ci ne sont pas réunis entre eux (3). Le bord droit du péristome est pourvu d'une membrane ondulante, dite préorale. Pas de tricho-

---

(1) (G. Entz jun. A. Prot. XV, 1909, p. 175)
(2) (ὑπό, dessous ; θρίξ, cheveu, cil.)
(3) (Maier, A. Prot. II, 1903, p. 111)

cystes.

A mesure qu'on s'élève dans la série, la ciliation

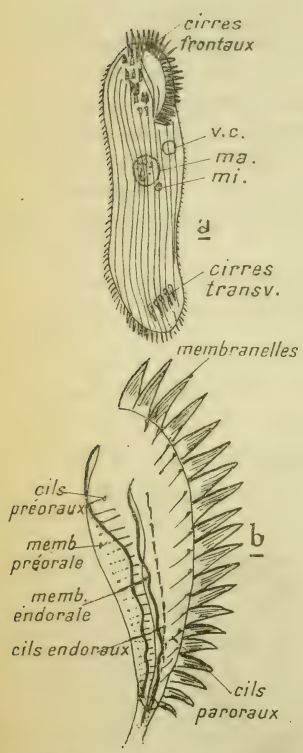


Fig. 435. Urostyla grandis Ehrbg.
a. face ventrale (im. Stein)
b. péristome (schéma)

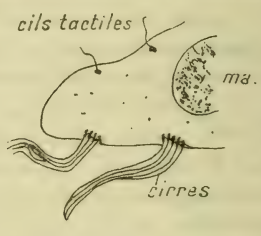


Fig. 434. Cirres de Stylonychia histrio (O.F.M.) (im. Maïer)

ventrale se réduit et les cils se groupent de plus en plus en cirres, à section ovalaire ou polygonale, dont les grains basaux sont distincts (fig 434).[1]

D'après Maupas[2] les gros cirres, surtout les postérieurs (transversaux), peuvent chez la plupart des Hypotriches servir à fixer l'animal, en se collant par leur extrémité.

Peritromus Stein[3]. Ventre uniformément couvert de rangées longitudinales de cils. Mor., 0mm1.

Urostyla Ehrbg.[4]. Petits cirres nom-

---

(1) (Maier, l.c. p. 112)

(2) (C.R. Ac. Sci. XCV, 1882, p. 1381; XCVI, 1883, p. 517)

(3) (περιτρόμος, qui tremble)

(4) (οὐρά, queue; στῦλος, style)

breux en plusieurs rangées longitudinales sur le ventre, les rangées marginales plus développées. Dans la région frontale (au niveau du péristome) certains cirres sont sensiblement plus gros (cirres frontaux). En arrière, une rangée transversale de grands cirres, dits transversaux. Péristome profond, au maximum de complication : son bord gauche porte une zone adorale de membranelles ; son bord droit, une membrane préorale ; à gauche de celle-ci une série de cils préoraux. Au fond de la gouttière péristomienne, une membrane endorale, se continuant jusque dans le pharynx ; puis nouvelle rangée de cils, dits endoraux, se continuant aussi dans le pharynx. Enfin, contre la zone adorale, rangée longitudinale de cils paroraux (fig. 435 b). Mer et eau douce, 0 mm 3.

Ancystropodium Fauré-Fremiet[1], peut se fixer par ses cirres transversaux, et allonge en pédoncule sa région inférieure.

Stylonychia Ehrbg. (fig. 436)[2]. En dehors des rangées marginales de cirres, il ne reste que 8 cirres frontaux, 5 cirres ventraux et 5 cirres transversaux. Il y a de plus trois soies anale postérieures, allon-

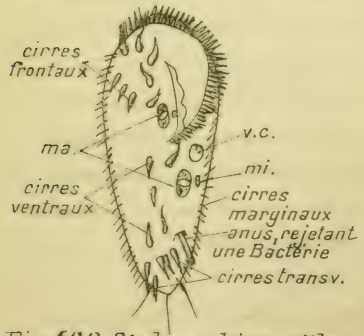


Fig. 436. Stylonychia mytilus O.-F.M. im. Stein.

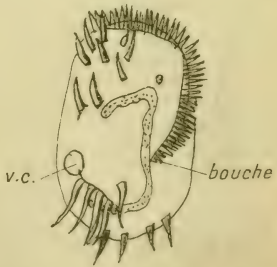


Fig. 437. Euplotes patella (O.-F.M.) face ventrale.

gées. Mer et eau douce ; 0 mm 4, très commun.

Euplotes Ehrbg.[3]. Court et rigide, péristome très allon-

(1) (A. Prot. XIII, 1903, p. 121)

(2) (στῦλος, style ; ὀνύχιον, petit ongle)

(3 (εὔπλωτος, bon nageur)

gé. Les cirres marginaux eux-mêmes disparaissent : il n'en reste que 4 vers l'extrémité postérieure. Les 5 cirres transversaux persistent. En avant, 9 à 10 cirres représentent les frontaux et les ventraux confondus.

Macronucléus très allongé. Vésicule contractile à droite. Mer et eau douce, 0 mm 2.

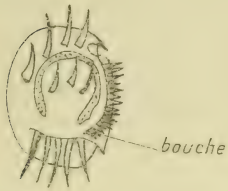


Fig. 438. Aspidisca lyncaster O.F.M.

Aspidisca Ehrbg.[1] Péristome tout le long du côté gauche ; bouche très en arrière. Ciliation réduite à 7 cirres frontaux et 5 cirres transversaux. Mer et eau douce, 0 mm 07.

4e Ordre Péritricha Stein[2]

Une zone adorale spiralée. Pas du tout de cils sur le reste du corps, sauf une couronne aborale, au moins pendant la période de vie libre. Pas de trichocystes.

Cet ordre ne paraît pas fort homogène. Delage et Hérouard le scindent très justement en deux sous-ordres :

1° Scæotricha : zone adorale sénestre
2° Dexiotricha : zone adorale dextre.

1er Sous-ordre Scæotricha Delage et Hérouard[3]

La zone adorale est en spirale sénestre, comme chez

(1) (ἀσπιδίσκος, dim. de ἀσπίς, bouclier).
(2) (περί, autour ; θρίξ, cil)
(3) (σκαιός, sénestre ; θρίξ, cil)

tous les Infusoires précédents. Mais elle pourrait avoir une constitution assez diverse.

Licnophora Claparède[1] ressemble un peu à un Stentor, dont le champ frontal serait plus ventral et non franchement supérieur. La zone adorale, qui l'entoure presque complètement, est formée de membranelles normales[2]. Mais ni le champ frontal, ni le reste du corps ne sont cilié. L'extrémité inférieure du corps, qui s'allonge en pédoncule est terminée par une ventouse, entourée (Stevens) de 4 membranes ondulantes, formées de cils soudés. La division est longitudinale; le nouveau péristome apparait sur le côté gauche et paraît d'abord dextre[3]. La conjugaison est normale[4].

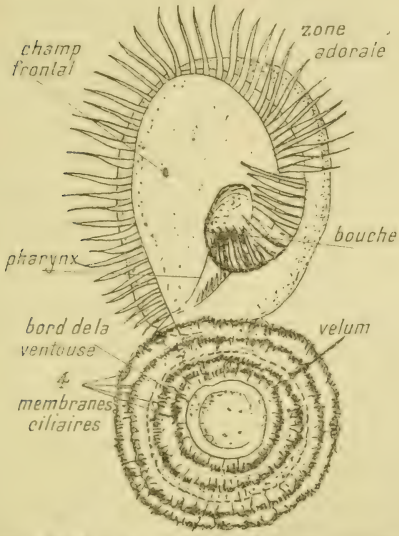


Fig. 439. Licnophora Auerbachi Cohn (im. Wallengren et Stevens)

Marin, fixé sur des Gastéropodes Opisthobranches, des Vers, des Astéries, etc. 0 mm 12.

---

(1) (λίκνον, van, corbeille; φορέω, je porte)

(2) D'après Maria Stevens (A. Prot. III, 1904, p. 4) ce seraient des rangées de cils non soudés.

(3) (Wallengren, Stud. öfver Ciliata Infusor. I. p. 29; Stevens, P. Californ. Ac. Sci., (3) III, 1901, p. 17)

(4) (Stevens, A. Prot. III, 1904, p. 17)

Spirochona Stein[1]. Champ frontal tout à fait supérieur (comme celui d'un Stentor), entouré d'une membrane saillante, portant sur sa face interne la zone adorale. Celle-ci ne serait pas formée de membranelles, mais seulement de rangées de cils. D'après Hertwig[2] un pincement de ce rebord saillant se produit un peu à droite de la bouche et ses deux lèvres se soudent (fig. 440, a). Ce pli, désormais simple, s'enroule en cornet dans le sens sénestre, continuant la courbe du bord du champ frontal. L'ensemble de ce bord décrit ainsi 2 1/2 à 3 tours de spire (fig. 440, b)

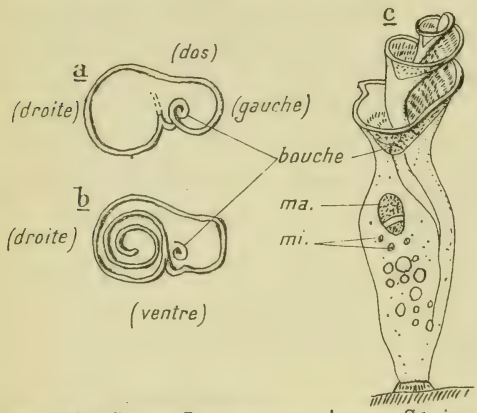


Fig. 440. Spirochona gemmipara Stein
a. schéma du péristome jeune, vu de face;
b. péristome adulte;
c. l'animal vu de dos (d'ap. Eismond, Pamiętnik Fizyjograficzny. XIII, 1893, pl. III. fig. 15)

L'animal est fixé par un disque aboral, sans cercle cilié : les seuls cils sont ceux de la zone adorale (fig. 440, c). Vésicule pulsatile près du pharynx.

Plusieurs micronucléi et un macronucléus. Celui-ci (fig. 441, a) paraît formé de deux parties : l'une presque entièrement achromatique, l'autre où la chromatine est accumulée sur un réseau

---

(1) (σπεῖρα, spire ; χώνη, entonnoir)
(2) (Jena Z. XI, 1877)

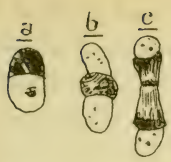


Fig. 441. Spirochoma gemmipara
division du macronucléus
(im. Doflein)

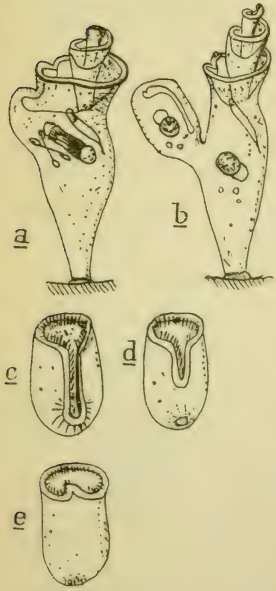


Fig. 442. Spirochoma gemmipara bourgeonnant (im. Hertwig)
a.b. vues dorsales;
c-e. vues ventrales du bourgeon.

serré de linine[1]. A la division, la substance achromatique se porte aux deux extrémités du noyau, qui s'allonge (fig. 441, b.c). Cela simule un fuseau nucléaire. Mais il n'y a pas de centrioles dans les corps polaires achromatiques[2].

L'animal se reproduit uniquement par bourgeonnement.

Une saillie du côté ventral, un peu à gauche, reçoit un diverticule du champ frontal et de la zone adorale du parent (fig 442, a). La saillie s'accroît, se pédiculise, reçoit une moitié du macronucléus et un ou plusieurs micronucléi. Le diverticule du champ frontal s'ouvre au dehors et s'allonge en fente (fig. 442. b). Alors le bourgeon se sépare : il possède un champ frontal excavé et prolongé en gouttière ventrale (c). La zone adorale part de l'angle supérieur gauche de ce champ, le contourne vers le dos, descend jusqu'au bas de la gouttière ventrale. Le bourgeon devenu libre se fixe par l'extrémité inférieure de la gouttière, qui se sépare du reste de celle-ci et devient le disque adhésif (d). La gouttière se réduit et disparaît. Puis le bord du champ se pince vers le point où

(1) (Balbiani, Ann. Micrograph. VII, 1895, p. 149)

(2) (Doflein, Z. Jahrb. Anat. XIV, 1900, p. 39.)

la gouttière a disparu (e) et se contourne en cornet comme nous l'avons décrit. Le disque adhésif correspond donc ici à une partie du bord du champ frontal et de la zone adorale.

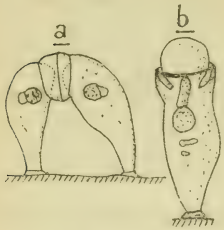


Fig. 443. Spirochona, conjugaison (im. Plate)

La conjugaison se fait par le champ frontal (fig. 443 a) et elle est totale [1], le plus grand des deux conjoints détachant l'autre et l'absorbant complètement (b). Il paraît y avoir fusion des macronucléi au cours de cette conjugaison.

Fixé sur les branchies ou les pattes de petits Crustacés: Nebalia, Gammarus. 0mm12.

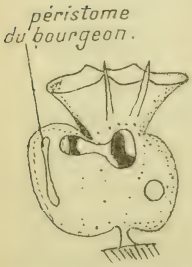


Fig. 444. Kentrochona nebaliæ Rompel (im. Doflein)

Kentrochona Rompel [2]. Champ frontal ayant la forme d'un large entonnoir, parfois soutenu par des baguettes squelettiques [3] et dont tout l'intérieur serait cilié, sans une zone adorale bien nette [4]. Bourgeonnement latéral analogue à celui de Spirochona. Macronucléus semblable. Doflein n'a pas retrouvé le centrosome qu'y avait décrit Rompel. Fixé par une sécrétion sur les pattes des Nébalies.

Fig. 445. Kentrochonopsis multipara Doflein.

(1) (Plate, Z.W.Z. XLIII, 1886, p. 203)

(2) (Z.W.Z. LVIII, 1894, p. 618)

(3) (deux du côté ventral d'après Doflein, Z. Jahrb. Anat. X, 1897. p. 625)

(4) (Doflein ibid. p. 628)

Kentrochonopsis Dofflein[1] même habitat et très semblable, mais pouvant former des chaînes de bourgeons, cas unique de bourgeonnement multiple chez les Ciliés.

2e Sous-ordre Dexiotrichida Delage et Hérouard

Zone adorale dextrogyre.

Bütschli[2], Fauré-Fremiet[3] ont proposé des théories ingénieuses pour expliquer le retournement de cette zone, qui se trouve ici inverse de celle de tous les Infusoires précédents. Nous nous bornerons à renvoyer à leurs écrits.

La plupart de ces animaux sont fixés, au moins temporairement, et par suite le cercle aboral de cils est le plus souvent transitoire. Il en est ainsi chez :

Epistylis Ehrbg.[4] (fig. 446). Forme de cône allongé, de 0mm1 de longueur, portant à l'extrémité supérieure un champ frontal en forme de disque, légèrement saillant. A son pourtour se voit la gouttière péristomienne, décrivant environ 1 tour 1/4 de spire dextre, à partir d'un orifice ventral, d'où elle semble sortir. Cet orifice est celui d'un vestibule renfermant, outre la bouche, l'anus et l'orifice de la vésicule contractile. Ce vestibule s'enfonce en se coudant vers l'axe du corps, légèrement en spirale. Au fond, une constriction brusque indique la bouche, d'où part un pharynx piriforme, allongé. La gouttière péristomien-

(1) (Ibid. p. 642)
(2) (Bronn, p. 1251)
(3) (A. Prot. VI, 1905, p. 223)
(4) (ἐπί, sur ; στῦλος, style)

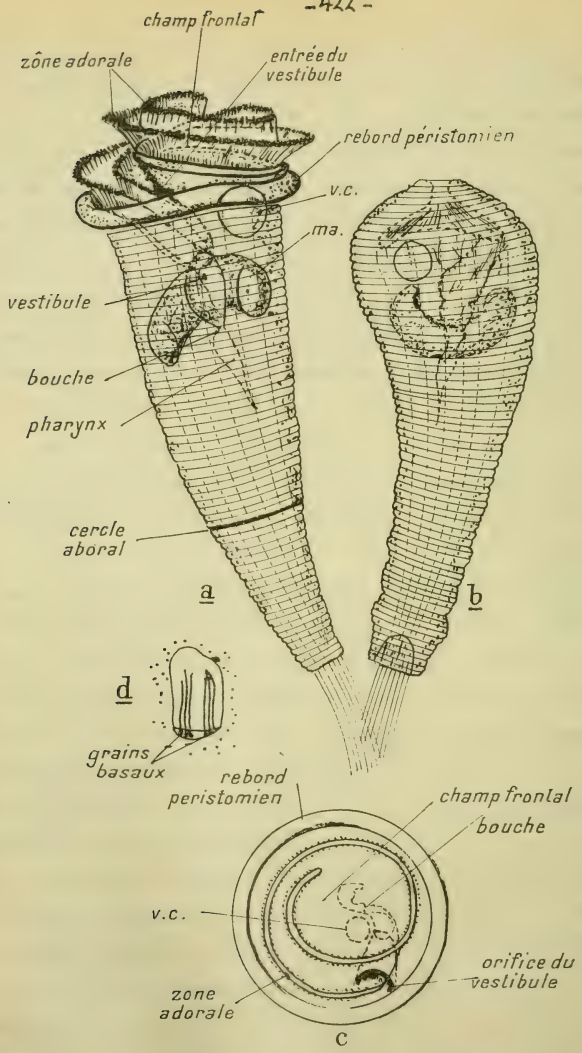


Fig. 446. Epistylis plicatilis (Ehrbg)
a. épanouie, vue de profil;
b. contractée, (im. Schröder);
c. champ frontal vu de face (im. Eismond);
d. coupe du vestibule (im. Schröder)

ne est limitée à l'extérieur par un rebord élevé, capable de se fermer complètement en bourse, par dessus le disque rétracté (fig. 446 b).

La gouttière est parcourue dans toute sa longueur, par deux rangées de cirres, soudés en deux membranes ondulantes parallèles, qui se continuent dans le vestibule, jusqu'à la bouche et représentent la zone adorale.(1) Il semble que ces membranes soient formées de la soudure de trois rangées de cils, comme celà a été démontré chez d'autres Vorticellides par N. Maier(2). Dans le vestibule on voit nettement, sur les coupes transversales, trois grains basaux sous chacune (fig. 446, d). Le macronucléus, en croissant, embrasse le vestibule; le micronucléus, ovalaire, est dans son voisinage.

La surface du corps présente une apparence annelée et la pellicule a une structure assez compliquée: ce parait être une couche alvéolaire durcie.

Vers le quart inférieur de la longueur du corps, un anneau déprimé, un peu plus net, marque la trace du cercle aboral de cils. Ceux-ci, qui se développent quand l'animal se détache de son style, paraissent en réalité des membranelles, insérées obliquement, et formées de cils groupés par trois (fig. 447); Maier(3) les appelle

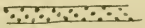


Fig. 447. Coupe tangentielle du cercle aboral de Carchesium polypinum Ehrbg. montrant les grains basaux des membranules (im. Maier).

(1) (Schröder, A. Prot. VII, 1906, p. 174)
(2) (A. Prot. II, 1903, p. 114)
(3) (l. c. p. 117)

membranules, réservant le nom de membranelles pour les formations de la zone adorale.

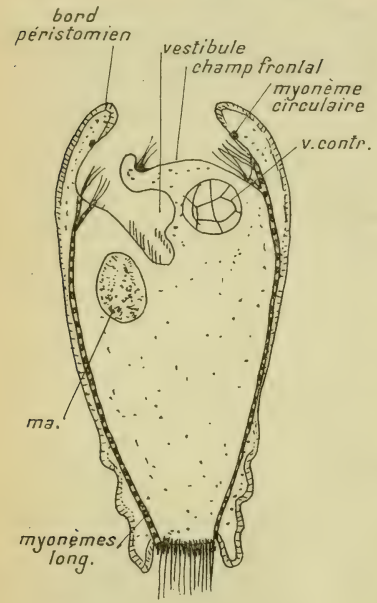


Fig. 448. Coupe longitud^le d'Epistylis passant par l'orifice du vestibule. Demi-contraction. (im. Schröder)

Schröder décrit des myonèmes longitudinaux striés, partant du pourtour de l'extrémité inférieure et allant, en se ramifiant légèrement, jusqu'au péristome. Là ils forment un réseau peu serré et s'insèrent sous les deux rangées de membranelles péristomiennes. Un myonème circulaire est contenu dans le bord péristomien (fig. 448)

Ces animaux sont portés par un pédicule qui est un produit de sécrétion, comme on va le voir.

Il y a deux groupes de Dexiotriches; quant au mode de f ation.

D'abord le groupe des Trichodines:

Trichodina Ehrbg.(1) est une forme courte, tronconique, dont le champ frontal et le péristome ont la même disposition que chez Epistylis, sauf que le bord péristomien est peu élevé et ne peut se fermer par dessus le disque. La gouttière porte deux rangées de cirres qui paraissent soudés en membranes

(1) (τριχώδης, chevelu)

ondulantes (Fauré-Fremiet). La fixation a lieu au moyen d'une ventouse aborale. Au pourtour de celle-ci se voit le cercle aboral de membranules, ici persistants, et au-dessus de ce cercle existe une saillie annulaire, le velum de J. Clark.(1) Chatton(2) décrit une disposition un peu différente chez T. labrorum Chatton. Dans le fond de la ventouse, il existe, vers la périphérie, un cercle de pièces squelettiques compliquées et variées selon les espèces. L'espèce type, T. pediculus Müller vit sur l'Hydre d'eau douce. D'autres parasitent les Planaires, les branchies de Poissons, etc.

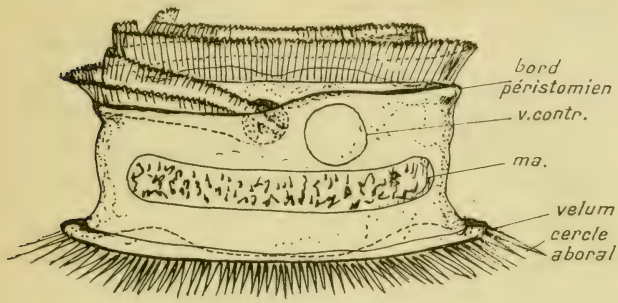


Fig. 449. Trichodina pediculus (Müller) (d'ap. Fauré-Fremiet)

Trichodinopsis Clap. & Lach. diffère du précédent par la réduction du champ frontal qui devient très étroit, tandis que le vestibule est très allongé(3). On a longtemps décrit un revêtement complet de cils à la surface du corps. Fauré-Fremiet a montré que c'étaient des Spirilles commensaux(4). Dans l'intestin de Cyclo-

(1) (Bütschli, Brown, p. 1759, Fabre-Domergue, J. Anat. Physiol. 1888. p. 29.)

(2) (A.Z.E (5) V, 1910, p. 243)

(3) (Cépède & Willem, Bull. sci. France-Belgique, XLV, 1911, p. 244). Cf. Issel, Ann. Mus. Genova XLII, 1906, p. V, fig 1.

(4) (C. R. Soc. Biol. LXVII, 1909, p. 113)

stoma elegans. 0mm13.

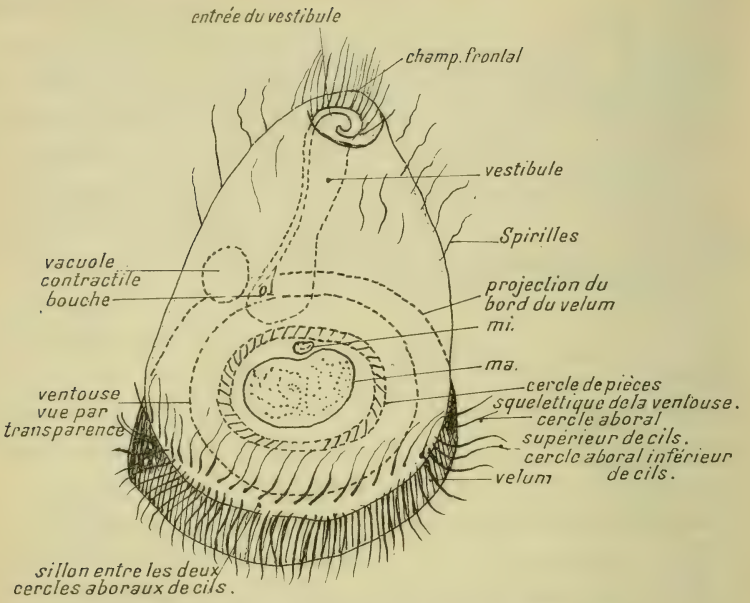


Fig. 450. Trichodinopsis paradoxa Clap. et L.
vue ventrale (fig. de Cépède)

Fauré-Fremet[1] a bien élucidé la nature de l'appareil fixateur dans le second groupe de Dexiotriches. Maupas[2] avait montré que beaucoup d'Hypotriches (Euplotes) ou d'Holotriches (Anciotrum) pouvaient se coller temporairement par l'extrémité de certains cils. En particulier chez Anciotrum, on se rappelle qu'il existe à l'extrémité inférieure (antérieure dans la progression) un faisceau de gros cils, spécialement adaptés

(1) (A. Prot. VI, 1905, p. 207)

(2) (C. R. Ac. Sci. XCV, 1882, p. 1381 ; XCVI, 1883, p. 517)

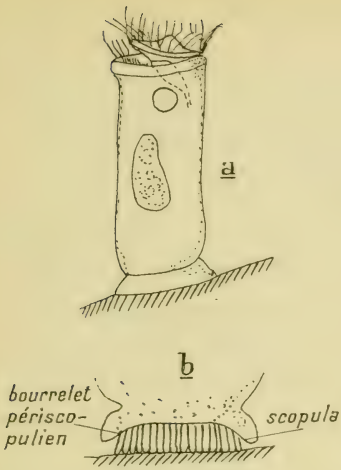


Fig. 451. Scyphidia
a. profil;
b. coupe de la scopule.
(im. Fauré-Fremiet)

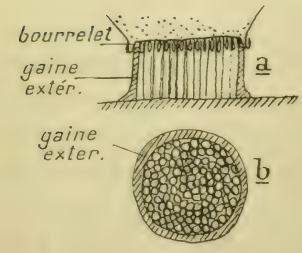


Fig. 452. Pédoncule d'Epistylis
a. coupe sagittale;
b. coupe transversale.
(d'ap. Fauré-Fremiet)

à la fixation.

Or Fauré-Fremiet trouve à l'extrémité inférieure de: Scyphidia Duj.[1] (petit Vorticellide ressemblant à une Trichodine très allongée), une brosse serrée de gros bâtonnets immobiles, dont l'extrémité sécrète une matière chitinoïde. Ils sont groupés dans une cupule terminale. Fauré-Fremiet homologue ces bâtonnets aux cils fixateurs d'Ancistrum. Il donne à l'ensemble de l'organelle le nom de scopula (petit balai). Ici la quantité de matière sécrétée est faible et l'animal est sessile.

Mais chez notre type Epistylis, chacun des cils sécrète un tube de substance chitinoïde, qui s'accroît continuellement. De plus, le bord de la cupule (bourrelet périscopulien) sécrète une gaine commune, de nature analogue. Le pédoncule est donc formé d'un mince manchon, enveloppant un fais-

(1) (dim. de σκύφος, coupe)

ceau de fins tubes chitinoïdes. Ces dispositions varient du reste selon les espèces.

Opercularia Goldf., est un Epistylis dont le disque frontal, très élevé et rétréci à sa base, ressemble à un opercule, porté par un pédoncule.

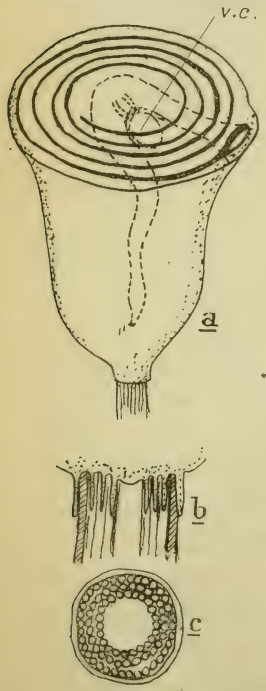


Fig. 453. Campanella umbellaria (L.). a. profil (im. Schröder); b. coupe sagittale de la scopule; c. coupe transversale du pédoncule (im. Fauré.)

Campanella Goldfuss[1]. La scopula est annulaire: les cils de la brosse sont implantés suivant une spirale qui n'atteint pas le centre. Aussi le pédoncule est-il creusé d'une cavité axiale.

Gouttière péristomienne décrivant 4 tours 1/2 autour du disque. Schröder[2] y a décrit un système compliqué de myonèmes. La vésicule contractile s'ouvre dans le vestibule par deux canaux persistants.

On trouve assez souvent chez cet animal des nématocystes disposés par paires dans l'intérieur du corps; mais ils sont très inconstants: Ce pourraient être des Myxosporidies parasites. Eau douce. 0mm,15.

Ces deux genres peuvent devenir coloniaux, parce que les jeunes se fixent sur le pédoncule des adultes.

Rhabdostyla Kent. Pédoncule court. Les cils périphériques de la

(1) (dim. de campana, cloche)

(2) (A. Prot. VII, 1906, p. 85)

scopula sécrètent plus vite que les centraux : aussi la sco-

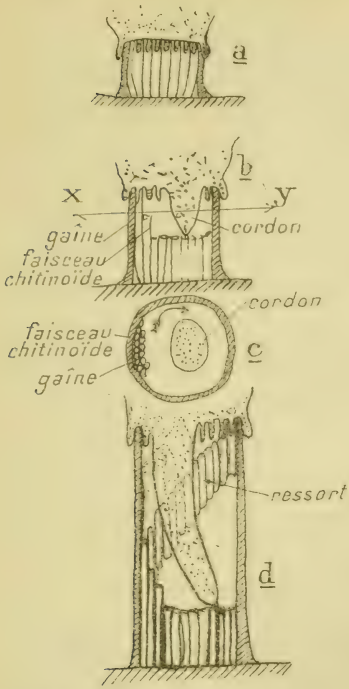


Fig. 455. Vorticella, formation du pédoncule.
a. stade Epistylis;
b. stade Rhabdostyla;
c. coupe xy de ce stade; (schéma).
d. stade Vorticella (im. Fauré)

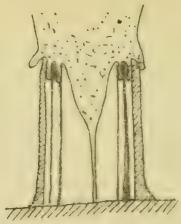


Fig. 454. Rhabdostyla coupe sagittale de la scopule. (im. Fauré.)

pula, soulevée plus rapidement à la périphérie qu'au centre, prend-elle la forme d'un cône; le style finit par renfermer un petit prolongement du corps. Ne forme pas de colonies. Eau douce, sur les larves de Diptères. 90 μ.

Vorticella Linné[1]. Ici le style est au maximum de complication. La jeune Vorticelle, qui nage le pôle aboral en avant avec les membranules de son cercle aboral, possède une scopula normale. Quand elle se fixe, cette scopula commence à sécréter un pédoncule, semblable à celui d'Epistylis (fig. 455, a); mais au bout de peu de temps, les cils d'une région excentrique de la brosse cessent de sécréter : il en résulte

(1) (dim. de vortex, tourbillon).

la production, en ce point, d'un prolongement du corps, en forme de cordon, comme chez Rhabdostyla (b). Un petit nombre de cils périphériques continuent seuls à fonctionner, mais non pas tous à la fois : la plage de cils qui sécrètent se déplace progressivement, en tournant autour de l'axe (c). Chaque cil ne fonctionne donc que pendant un certain temps, accolant le tube qu'il sécrète à l'enveloppe générale, produite par le bourrelet périscopulien. A mesure que les cils cessent de sécréter à une extrémité de la plage, d'autres entrent en fonction à l'extrémité opposée. L'ensemble des tubes chitinoïdes produits, affecte la forme d'un escalier spiralé, accolé à la cuticule externe, et jouant le rôle d'un ressort à boudin (d).

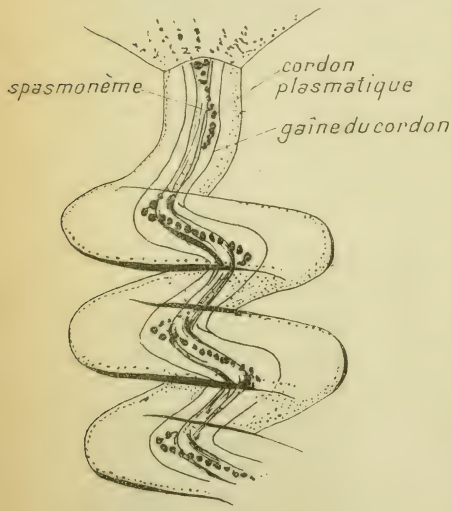


Fig. 456. Cordon axial de Verticella convallaria L (im. Fauré); le ressort n'est pas figuré.

Par suite du mouvement de la scopula, le point d'attache du cordon central sur le corps lui-même, se déplace dans le même sens, et subit un lent mouvement de rotation autour de l'axe : le cordon prend la forme d'une spirale allongée. Ce cordon lui-même se différencie : il s'y forme un faisceau de myonèmes longitudinaux, dont l'ensemble forme le spasmonème de G. Entz (1). Autour du spasmonème

(1) (Mathem.-naturw. Berichte aus Ungarn, X, 1891, p. 27)

s'enroule, en spirale lâche, le cordon plasmatique, formé de sphérules mitochondriales, en chapelet simple ou en cordon épais, reliées par un fin réseau cytoplasmique (fig 456)[1]

Inquiétée, la Vorticelle contracte brusquement son pédoncule en une spirale serrée. L'agent actif de la contraction est le faisceau de myonèmes : Engelmann s'est assuré qu'il s'épaississait en se contractant[2]. En mourant, la Vorticelle se contracte et les réactifs qui déterminent une précipitation amènent aussi la contraction ; mais dès que la putréfaction a détruit le cordon axial, l'élasticité de la gaîne étend le pédoncule. La torsion en spirale est due surtout à la forme spiralée du cordon axial. Bütschli[3] a construit un appareil démontrant le fait. L'existence du ressort à boudin régularise le phénomène.

Le péristome des Vorticelles est semblable à celui d'Epistylis. Les bords de la gouttière péristomienne sont suivis par deux membranelles, formées de 3 rangées de cils, soudés au moins à leur base et se continuant dans le vestibule jusqu'à la bouche[4]. Sous chaque membranelle court un cordon ou une fibre, qui pénètre aussi dans les parois du vestibule.

La pellicule superficielle présente des différenciations compliquées : elle est annelée transversalement et offre l'aspect d'un ouvrage de maçonnerie avec pierres à bossages, dont chaque élément renferme

---

(1) (Fauré-Fremiet, Arch. Anat. Micr. XI, 1909, p. 523). Fauré-Fremiet n'a pas retrouvé les autres différenciations compliquées, décrites par Entz

(2) (Bütschli, Bronn, p. 1316)

(3) (Ibid. p. 1318, note)

(4) (Maier, A. Prot. II, 1903, p. 114-115)

un nodule saillant et colorable (fig. 457)[1].

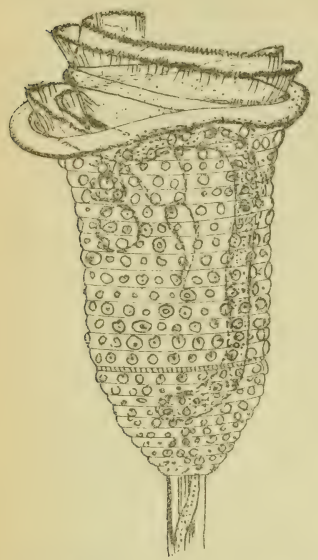


Fig. 457. Vorticella monilata Tatem. de profil (im. Schröder).

A l'extrémité supérieure du pédoncule les myonèmes divergent. Parvenus au-dessous du péristome, les myonèmes se ramifient, forment un réseau lâche, et envoient des branches qui paraissent gagner la fibre spiralée externe du péristome, d'autres allant se réunir au centre du disque péristomien. Quelques myonèmes circulaires permettent au rebord péristomien de se fermer complètement, par dessus le disque rétracté.

Il y a une et parfois deux vésicules pulsatiles, qui alors se contractent alternativement[2]. Elles ne se déversent pas directement dans le vestibule, mais d'abord dans un réservoir, irrégulièrement sphérique, et communiquant par un canal permanent avec le vestibule. Sa paroi est tapissée d'une couche régulière de mitochondries en bâtonnet (fig. 458)[3].

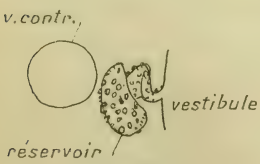


Fig. 458. Vésicule contractile et réservoir de Vorticellide: Carchesium polypinum (L). (im. Fauré).

Les Vorticelles peuvent s'enkyster à l'extrémité de leur pédoncule.

Elles peuvent aussi quit-

---

(1) (Schröder, A. Prot. VII, 1906, p. 398)

(2) (Bütschli, Z.W.Z. XXVIII, 1877, p. 64, Schröder, l. c. p 397)

(3) (Fauré-Fremiet, A. Anat. Micr. XI, p. 520).

ter celui-ci, développer une rangée de membranules aborales et nager librement, le péristome en arrière.

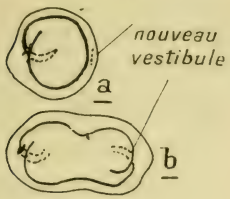


Fig. 459. Division du péristome des Vorticelles; vue de face. (im. Bütschli)

La division est ici longitudinale et inégale. Un vestibule se forme au bord du péristome, à l'opposé de l'ancien. Puis le péristome s'étrangle au milieu et se coupe. Il en résulte que les individus-filles se tournent presque exactement le dos et sont orientés en sens inverse l'un de l'autre (fig. 459). L'un d'eux, d'ordinaire le plus gros, conserve le pédoncule; l'autre se détache, forme des membranules adorales, et devient libre.

La conjugaison est toujours totale; on l'a vue parfois égale, entre deux individus voisins; mais le fait est rare; le plus souvent elle est inégale. Un individu se divise rapidement deux fois de suite (d'ordinaire); les individus-filles, plus petits, deviennent libres: ce sont des microgamètes. Ils nagent, l'extrémité aborale en avant, et vont se fixer par ce pôle à la base d'individus normaux, qui joueront le rôle de macrogamètes (fig. 460, a). Les deux conjoints contractent leur péristome qui dégénère.

Les phénomènes nucléaires, étudiés par Maupas[1] sont analogues à ceux du type normal, sauf qu'il y a, dans le microgamète une première division

(1) (A.Z.E. (2), VII, 1889, p. 363)

28 ½

ouvrajoutée du micronucléus (fig. 461), comme chez les deux conjoints de Euplotes patella.

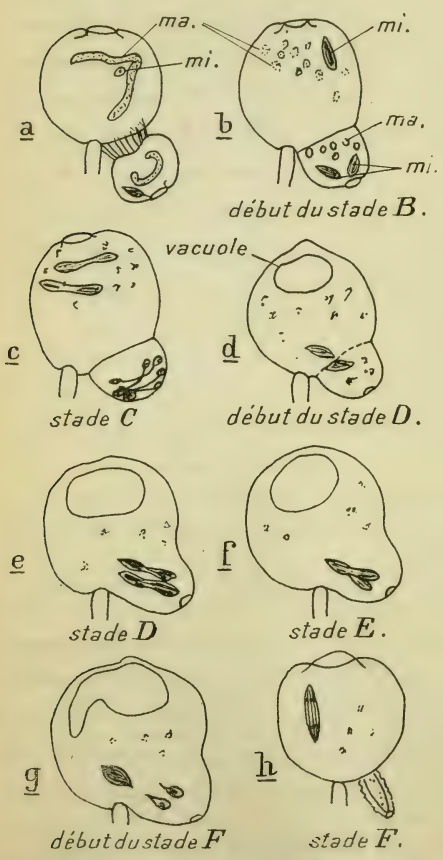


Fig. 460. Conjugaison de Vorticella monilata Tatem (im. Maupas)

Il y a donc au début du stade B, (fig. 460, b) deux micronucléi dans le microgamète et un dans le macrogamète. Tous se divisent deux fois. Mais un seul des produits persiste à la fin du stade C dans chaque gamète. Il se forme des pronucléi normaux (stade D, fig. 460 d, e) et l'échange ordinaire a lieu ; mais dans le microgamète les deux pronucléi dégénèrent sans se fusionner (f, g.). Vers ce moment, le microgamète est comme absorbé par le macrogamète et se fusionne entièrement avec lui (h.). L'individu unique résultant ne con-

tient qu'un noyau de conjugaison, qui se divise en 8 ; 7 deviennent des macronucléi et un seul un micronucléus. Celui-ci se divise lors de chacune des bipartitions suivantes, qui rétablissent progressivement les conditions normales.

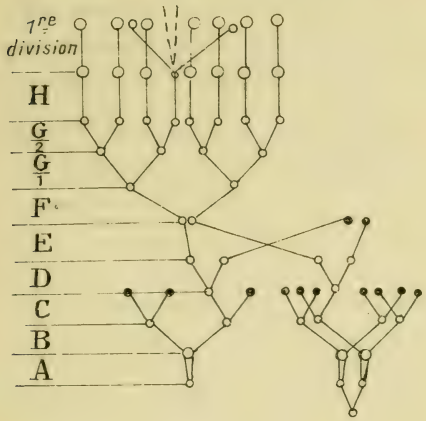


Fig. 461. Schéma des divisions du micronucléus dans la conjugaison des Vorticelles, jusqu'à la 1ère bipartition.

Carchesium Ehrbg. est une Vorticelle coloniale, les jeunes venant se fixer sur le pédoncule des adultes. Conjugaison étudiée par Popoff (1). Eau douce.

Zoothamnium Bory ; pédoncule formé d'une gaîne de Campanella, contenant un cordon de Vorticelle. La gaîne étant épaisse et sans ressort à boudin, le pédoncule ne se tord pas régulièrement en spirale, mais plutôt en zig-zag. A la division, le cordon se divise aussi et il se forme des colonies en continuité protoplasmique. Eau douce et mer.

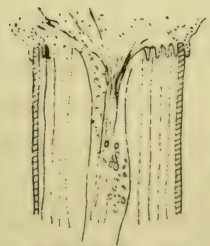


Fig. 462. Pédoncule de Zoothamnium (im. Fauré.)

Astylozoon Schewiakoff, n'a pas de pédoncule et possède des membranules aborales persistantes.

(1) (Z.W.Z ; LXXXIX, 1908, p. 478)

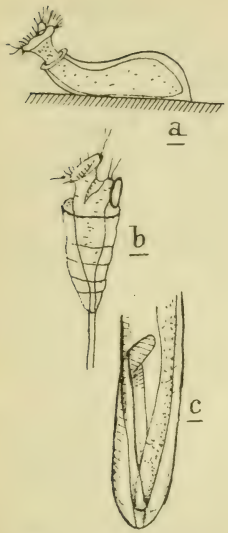


Fig. 463. a. Vaginicola longicollis Kent.
b. Cothurnia socialis Gruber.
c. Cothurnia crystallina Ehrbg.,
partie inf^re de la coque.
(im. Gruber)

Vaginicola Lamk. Pas de pédoncule ; coque en forme d'urinal de malade. Eau douce.

Cothurnia Ehrbg. ; coque dressée. Un opercule variable ; chez certaines formes, c'est un disque chitinoïde sécrété, porté par une saillie de la face ventrale, au-dessous du péristome (fig. 463, b.). Chez d'autres, c'est un clapet, collé au tube lui-même, et maintenu par une bandelette chitinoïde en gouttière qui, dans le bas, embrasse l'extrémité inférieure de l'animal (fig. 463, c.). Celui-ci, en se contractant, presse sur cette bandelette, qui forme le clapet. Eau douce.

2ème Sous-classe
Tentaculifera Huxley
(= Suctoria Clap. et Lach.
= Acinetina Clap. et Lach.).

Ce sont des Infusoires sans cils à l'état adulte, mais pourvus de suçoirs spéciaux. R. Sand[1] et tout récemment B. Collin[2] en ont fait des micrographies. Nous prendrons pour type :

(1) (Ann. Soc. belge microsc. XXIV, XXV, XXVI, 1899-1901)

(2) (A.Z.E. LI, 1912, p. 1)

Ephelota gemmipara (Hertwig), animal marin, ayant l'aspect d'une Vorticelle. Le corps atteint 200, le pédoncule 1500 μ. Le style et la scopula sont semblables à ceux de Campanella. Le corps comprend une pelli-

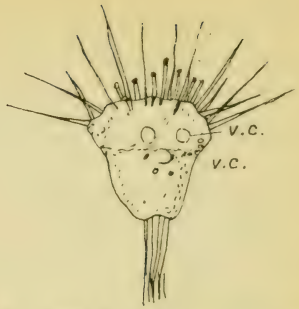
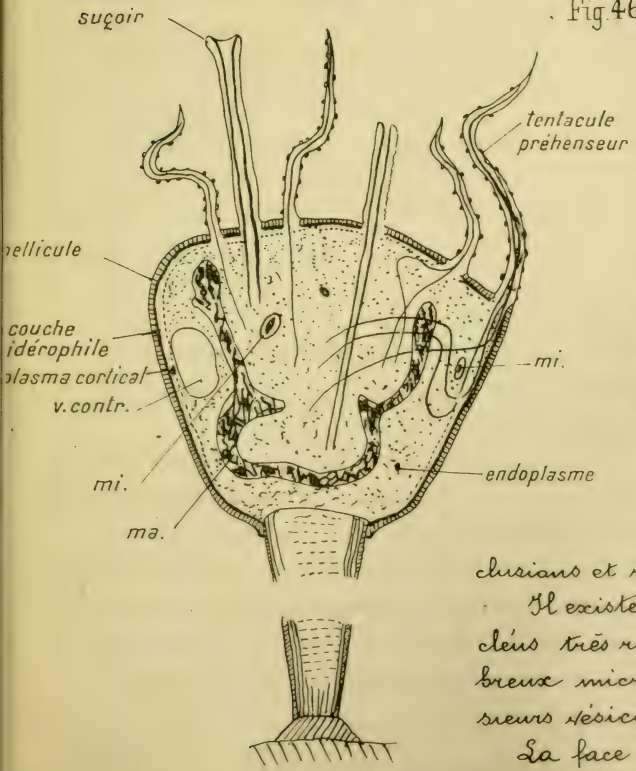


Fig. 464. Ephelota gemmipara (Hertwig).



cule très mince, puis une couche alvéolaire l'unissant à un ectoplasme sidérophile, très mince aussi, puis un plasma cortical sans granulations. A l'intérieur est l'endoplasme, à inclusions et résidus digestifs.

Il existe un macronucléus très rameux, de nombreux micronucléi et plusieurs vésicules contractiles.

La face supérieure du

Fig. 465. Coupe schématique d'Ephelota gemmipara (Hertwig) (im. Collin, A.Z.E. (4). VII, p. XCVI).

corps porte des tentacules ou mieux suçoirs, composés: de la pellicule externe revêtant le tout, d'une mince couche de plasma cortical, enfin d'un tube creux, à parois sidérophiles. Bien étalés, ces suçoirs se terminent par une sorte de ventouse, formée par un élargissement du tube (fig. 466, b). Mais chez d'autres types ils sont simplement tronqués au bout (a) ou au contraire capités (b). D'après Eismond[1] et Collin[2], le tube interne se forme chez le jeune par une invagination de l'ectoplasme sidérophile (fig. 466, d) qui se détache ensuite de l'ectoplasme à son point d'invagination (e), puis fait saillie à la surface, en se coiffant de la pellicule (f); celle-ci se perce au bout, tandis que du plasma cortical s'insinue entre le tube et la pellicule.

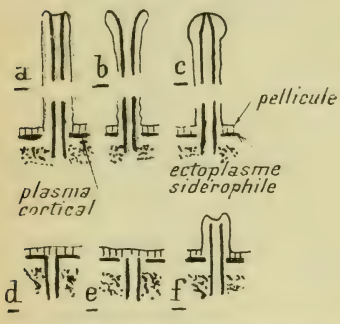


Fig. 466. Suçoirs d'Acinétiens (schémas; a-c. im. Collin)

Le tube sidérophile paraît contractile; il est capable de se raccourcir pour faire rentrer le tentacule; alors la pellicule se plisse à sa surface, au moins quand la contraction est brusque. C'est à la contractilité du tube que paraît être dû, au moins en partie, le mouvement de succion que les tentacules exercent sur leur proie[3]. Des phénomènes osmotiques

(1) (Z. Anz. XIV, 1891, p. 2.)
(2) (1912, p. 42 et 182)
(3) (Collin, 1912, p. 264)

peuvent aussi intervenir. Les proies sont surtout des Infusoires, qui sont choisis et non absorbés au hasard. Quand la proie est petite, elle peut parfois passer tout entière par le suçoir; mais d'ordinaire ce sont ses liquides seulement qui sont absorbés. Il ne paraît pas y avoir jamais absorption en dehors des tentacules. Ceux-ci représenteraient d'après Bütschli (1) et Collin (2) la bouche des autres Ciliés, qui se serait multipliée comme celle de certaines Planaires. L'expulsion des déchets, quand il y en a, paraît se faire par un point quelconque de la face supérieure, sans anus préformé. (3)

Il existe en outre ici, mais c'est un caractère spécial à la famille des Ephelotidae, des tentacules préhenseurs, styliformes, comprenant une évagination de la pellicule, du plasma cortical et un ou plusieurs filaments axiles, contractiles, qui paraissent s'insérer, au moins chez le jeune, dans la région de la scopula (4). Ces tentacules sont collants et servent à maintenir la proie, mais non à l'absorber.

Contrairement à ce qui se passe chez les autres Ciliés en général, la division simple est tout à fait exceptionnelle et n'a été observée que sur des types aberrants, tels que Hypocoma, Sphaerophrya. Le mode ordinaire de reproduction est le bourgeonnement, donnant naissance à des larves libres, ciliées. On a décrit des larves holotriches, péritriches, hypotriches.

---

(1) (Brown, p. 1869)
(2) (1912, p. 50, 322)
(3) (Collin, 1912, p. 272-73)
(4) (Collin, 1912, p. 55)

Collin[1] a établi que toutes ces formes dérivent du type péritriche.

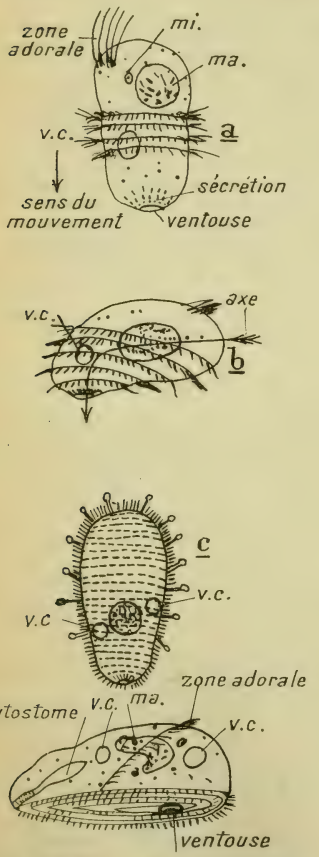


Fig. 467. Larves d'Acinétiens (im. Collin)

Partons d'une forme typique comme Tokophrya cyclopum Cl. et L. (fig. 467, a); on y observe une bande transversale, composée de plusieurs cercles ciliés, vers le milieu du corps. A un pôle une petite ventouse, avec amas de grains de sécrétion, par où se fera la fixation. Vers le pôle opposé, quelques cils représentent la zone adorale. Alors la bande ciliée serait l'homologue du cercle aboral d'une Vorticelle. La larve se meut comme une Vorticelle libre, la zone adorale en arrière.

En supposant l'axe de la larve incurvé, on passe au type de l'Acineta tuberosa Ehrbg. (b)

Si les couronnes ciliées se multiplient au point de couvrir à peu près tout le corps, on passe au type Paracineta limbata (Maupas) (c), où en même temps les suçoirs sont très précoces. Cette larve paraît holotriche, mais dérive du type péritriche.

Enfin un aplatissement dorso-ventral et un allongement dans le sens de la progression font passer au type de l'Ephelota gemmipara (d): ici les cercles ciliaires sont localisés sur la face plane et ont la forme d'ellipses. Sur cette même face est la ventouse, un

(1) (A.Z.E. (4) VIII, 1908, p. XXXVIII; ibid (5) II, 1909, p. XXXIV; ibid LI, 1912, p. 433

peu antérieure. Un arc cilié représente le rudiment de la zone adorale ; enfin une invagination représente probablement un pharynx (cytostome de Hertwig). Ce type paraît hypotriche mais est une simple modification du type péritriche.

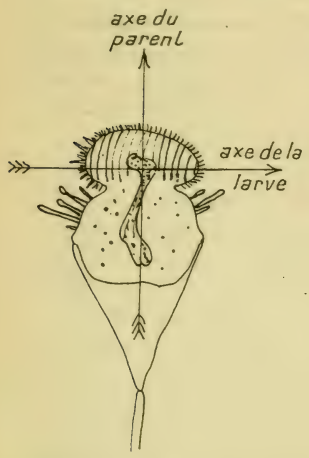


Fig. 468. Bourgeonnement externe simple de Paracineta patula. (Cl. et L.) (im. Collin)

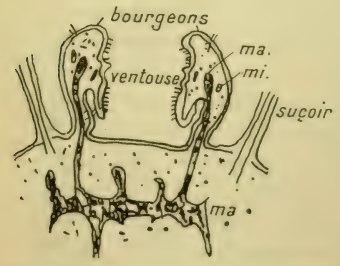


Fig. 469. Bourgeonnement externe multiple chez Ephelota gemmipara. Coupe sagittale schématique.

Le mode de formation des larves est aussi varié. Mais la règle générale, établie par Collin[1], est que l'axe de la jeune larve est perpendiculaire à l'axe du parent.

Le bourgeonnement externe simple, est rare. On l'observe chez Paracineta[2]

Le bourgeonnement externe multiple est spécial aux Ephelotidae : les bourgeons apparaissent comme un cercle de saillies de la face supérieure, en dedans des tentacules ; leur future face aplatie tournée vers l'axe du parent. Un prolongement du macronucléus et plusieurs micronucléus y pénètrent.

Le bourgeonnement simple interne, est de beaucoup

(1) (A.Z.E. (4), VIII, 1908, p. XXXVII.)

(2) (Collin, 1912, p. 158)

le mode le plus répandu : la face supérieure s'invagine et forme une chambre, à orifice persistant. C'est dans cette chambre que se forme le bourgeon, par le même procédé, toujours orienté perpendiculairement au parent (fig. 470). Achevé, il sort par l'orifice de la chambre.

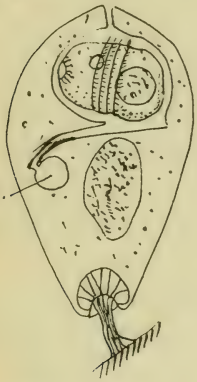


Fig. 470. Bourgeonnemt. interne simple de Tokophrya cyclopum (Cl. et L.)

Le bourgeonnement interne multiple, est exceptionnel.

Quelques genres tels que Dendrosomides, ont, en outre des larves normales, des larves dites vermiformes, formées par bourgeonnement externe.

Dans de mauvaises conditions, il peut arriver que tout l'animal se transforme en un gros bourgeon unique, qui devient libre et se fixe plus loin. (fig. 471).

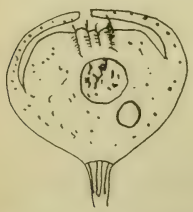


Fig. 471. Transformation totale en embryon chez Tokophrya cyclopum (Cl. et L.)

Dans tous les cas, la larve se fixe par sa ventouse, qui est en avant dans la progression, et perd ses cils.

La conjugaison est très variable, chez Ephelota totale et inégale, le petit individu perdant son style ; on ignore s'il devient libre par avance, comme chez les Vorticelles, ou bien s'il est seulement arraché de son style pendant la conjugaison, comme c'est le cas ordinaire chez la plupart des autres Acinétiens, où la conjugaison est to-

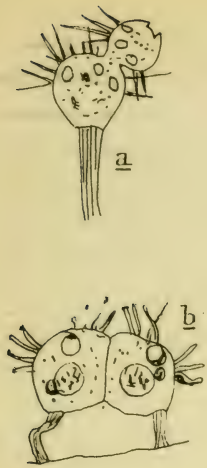


Fig. 472. Conjugaison
a. *totale inégale chez* Ephelota gemmipara.
b. *totale égale chez* Tokophrya cyclopum
(im. Collin)

tale et égale. Chez un certain nombre d'espèces, la conjugaison est partielle, et il peut y avoir des différences sous ce rapport dans le même genre.

Principaux genres.

Ephelota Str. Wright. des tentacules préhenseurs distincts des suçoirs. Bourgeonnement externe multiple.

Tokophaya Bütschli (1), des tentacules normaux, pas de loge.

Acineta Ehrbg. emend. Collin (2); plus ou moins aplati; d'ordinaire les suçoirs en deux faisceaux. Une loge, c'est-à-dire pellicule épaissie, dont l'animal se détache, sauf à sa face supérieure. Le style reste attaché à la loge; séparé des parties molles, il ne peut plus grandir. Souvent l'ectoplasme se différencie dans la région inférieure du corps et constitue un plancher à la loge.

Thecacineta Collin (3) possède une coque à bord libre, formée d'un épaississement de la pellicule; mais la pellicule, res-

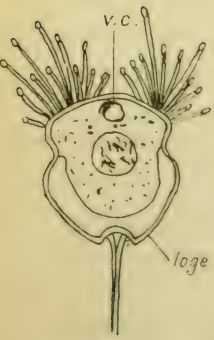


Fig. 473. Acineta constricta Collin.

Fig. 474. Thecacineta cypridinæ Collin.

(1) (τόκος, enfantement; ὀφρύς, sourcil).
(2) (ἀκίνητος, immobile).
(3) (θήκη, boîte.)

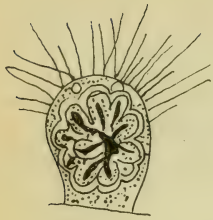


Fig.475. Trichophrya salparum Ehrbg. (im. Collin)

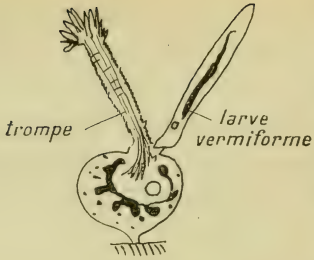


Fig.477. Ophryodendron sertulariæ (Wright). (im. Collin)

Fig.478. Hypocoma acinetarum Collin.

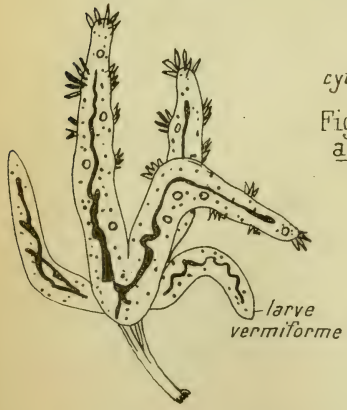


Fig.476. Dendrosomides paguri Collin. (A.Z.E. (4) V, 1905. p. LXIV)

tée mince, de la face supérieure, se sépare de la partie épaissie, qui constitue la coque. L'animal n'y reste adhérent qu'en bas ou latéralement.

Trichophrya Cl. & Lach. sans loge ni style, fixée par toute sa base. Eau douce et mer. Bourgeonnement interne multiple chez certaines espèces (fig. 475)

Dendrocometes Stein; ramifié, sans style. Conjugaison partielle avec fusion temporaire des macronucléi, qui se détruisent ensuite[1]. Eau douce.

Dendrosomides Collin (δένδρον, arbre; σῶμα, corps) ramifié; des larves vermiformes et probablement aussi des bourgeons internes.

Ophryodendron Cl. & Lach. une ou plusieurs trompes, c'est-à-dire prolongements du corps portant les suçoirs à leur extrémité; des larves vermiformes.

Sphaerophrya Cl. & Lach; sphérique, sans pédoncule. Plusieurs espèces sont parasites internes d'autres Infusoires et peuvent se diviser à leur intérieur.

Hypocoma Gruber[2]; face ventrale ciliée; rappelle une larve d'Ephe-

---

(1) (Hickson & Wadsworth, Q. J. Micr. sci XLV, 1902, p. 331)

(2) (ὑπό, sous; κόμη, chevelure)

lota, avec un seul suçoir. Une espèce possède même un cytostome. Parasite. Se divise transversalement.

Collin[1] fait descendre les Acinétiens des Péritriches à cause de la structure péritriche de la larve, de l'appareil fixateur et de la conjugaison totale de beaucoup d'entre eux.

Caractères : Sous-classe 2, Tentaculifera : Infusoires sans cils à l'état adulte, possédant des suçoirs.

---

(1) (1912 p. 319).

Dualisme nucléaire des Protozoaires.

Les Infusoires possèdent manifestement deux noyaux de valeur différente. Nous avons déjà rencontré deux noyaux chez les Trypanosomides ; toutefois les deux cas ne sont pas exactement comparables : chez les Trypanosomides il y a un noyau omnipotent et un noyau de mouvement, chez les Infusoires un noyau végétatif et un reproducteur. On a essayé de généraliser ce dualisme nucléaire.

En 1891, Bütschli (1) comparait le centrosome des Diatomées au micronucléus des Infusoires, le noyau au macronucléus. L'année suivante, R. Hertwig (2) comparait le centrosome des Métazoaires à un noyau kinétique. En 1894, Heidenhain (3) homologuait le centrosome à un micronucléus, c'est-à-dire à un 2e noyau.

Schaudinn (4) et Lauterborn (5) admettent que tous les Protozoaires sont en puissance binucléés. Schaudinn part de Amœba binucleata, qui possède deux noyaux équivalents. Imaginant que l'un d'eux tend à perdre sa chromatine et à rester purement centre de mouvement, tandis que l'autre tend à perdre son centre, il passe à Paramœba, où le corps paranucléaire est, d'après lui, un second noyau presque uniquement cinétique, le noyau vrai restant presque uniquement végétatif. De là dérivent des Trypanosomes avec leur kinétonucléus et leur noyau vrai, le centrosome et le noyau des Métazoaires, et d'autre part les deux noyaux des Ciliés. Mais de plus on voit chez Acanthocystis un centre de mouvement sortir du noyau. Schaudinn a pu même chez Oxytrichis marina, en diluant l'eau de mer qui le contenait, faire sortir artificiellement le caryosome du noyau et le voir se diviser en dehors de lui (6). Puisque un centre représente primitivement un noyau, c'est donc qu'un noyau kinétique était contenu dans le noyau vrai. Chez les an-

(1) (Verh. natur. med. Vereins Heidelberg (N.F.) IV, p. 535)

(2) (Verh. deutsch. Zool. Ges. II, 1892, p. 95)

(3) (Arch. Mikr. Anat. XLIII, p. 680)

(4) (Verh. deutsch. Zool. Ges VI, 1896, p. 127)

(5) (Ibid, p. 131)

(6) (l.c. p. 128)

tres Protozoaires, les deux noyaux sont perpétuellement emboîtés l'un dans l'autre. Dans cette conception, les formes à noyau unique dériveraient de formes binucléées.

Hartmann & Prowazek[1] prennent la théorie en ses inverse : ils partent des deux noyaux emboîtés, constituant un noyau double (amphinucléus ou amphicaryon) Le noyau interne est le caryosome ; on se rappelle qu'il a parfois la structure d'un noyau, qu'il contient, comme un noyau, de la linine et de la chromatine, souvent (peut-être toujours pour Hartmann) un centriole ; il peut former une sorte de figure de mitose chez certains êtres (certaines Amibes limax, d'après ces auteurs, Caprimonas, etc). On voit progressivement les deux noyaux devenir distincts. D'abord la chromatine périphérique (représentant le noyau externe) n'est distincte que lors de la mitose, puis elle reste séparée du caryosome même au repos. Puis le caryosome s'appauvrit en chromatine et se réduit de plus en plus à un simple centre de mouvement, enfin il sort du noyau et on passe aux formes à centrosome externe.

Il faut dire que depuis lors[2] Hartmann a renoncé à une grande partie de sa théorie, ne regardant plus comme binucléés que ses Binucléates, les Héliozoaires, les Noctiluques et Paramœba.

Gläser[3] cherche à concilier les deux formes de la théorie. Il part, comme Schaudinn, d'un être à deux noyaux semblables, puis il admet que les deux noyaux entrent l'un dans l'autre et se fusionnent progressivement ; la chromatine périphérique, d'abord distincte même au repos (Amœba tachypodia), n'est ensuite plus visible que lors de la mitose (A. verrucosa). Puis le noyau central (le caryosome) perd progressivement sa chromatine et devient un centre, d'abord achromatique, auquel le centriole peut s'ajouter secondairement. Il sort ensuite du noyau, comme dans la théorie de Hartmann.

La théorie du dualisme chromatique est encore une autre forme de la théorie du dualisme nucléaire. Schaudinn admettait, on s'en souvient, que les chromidies émises par un noyau primaire peuvent pro-

---

(1) (A. Prot. X, 1907, p. 312)

(2) (Hartmann & Chagas, Mem. Cruz. II, 1910, p. 111; et Konstitution der Protistenkerne, Jena, 1911)

(3) (A. Prot. XXV, 1912, p. 123)

duire des noyaux générateurs. Ces chromidies caryogènes représentent donc un noyau reproducteur, c'est-à-dire de la chromatine héréditaire ou idiochromatine ; le noyau primaire au contraire, étant uniquement végétatif, ne renferme que de la chromatine trophique ou trophochromatine. Par suite, les chromidies sont homologues au micronucléus, le noyau primaire au macronucléus des Infusoires.

Goldschmidt[1] puis Goldschmidt et M. Popoff[2] ont généralisé cette notion des deux chromatines, héréditaire et trophique. Toutes deux peuvent être bien distinctes : c'est le cas de l'Arcelle, de l'Euglyphe, où les chromidies (pensent-ils) sont la chromatine héréditaire, le noyau ne contenant que de la chromatine trophique. Mais chez d'autres êtres, les deux chromatines sont confondues dans le noyau ; elles peuvent cependant devenir distinctes au moment de la mitose : dans ce cas la chromatine héréditaire est évidemment celle qui forme les chromosomes ; c'est donc la chromatine périphérique des noyaux à caryosome, car on sait que la plaque équatoriale en provient. Il en résulte que le caryosome ne peut contenir que la chromatine trophique. A l'inverse de ce qu'il était dans la théorie du dualisme nucléaire, le caryosome, dans cette conception, n'a qu'un rôle trophique et une importance secondaire.

Contre la théorie du dualisme chromatique, Chatton[3] fait valoir que la distinction d'une chromatine héréditaire et d'une chromatine trophique est toute artificielle. Le caryosome est, en effet, tout aussi héréditaire que la chromatine périphérique, car dans toutes les variétés de la promitose il en passe une moitié dans chaque noyau-fille. Et réciproquement, en admettant que les chromidies forment des noyaux générateurs, la plus grande partie de cette chromatine soi-disant héréditaire n'est pas employée à les former, et par suite ne peut jouer qu'un rôle trophique.

Dans la reconstruction du noyau générateur de Pteracephalus nobilis, Léger & Duboscq[4] insistent sur le fait qu'il n'y a pas séparation rigoureuse de la trophochromatine et de l'idiochromatine, mais

---

(1) (A. Prot., V, 1904, p. 141)
(2) (A. Prot., VIII, 1907, p. 321)
(3) (A.Z.E. (5), V, 1910, p. 309)
(4) (A. Prot. XVII, 1909, p. 48)

que le noyau sexuel contient des deux ; il n'est pas formé uniquement par le caryosome du noyau primitif : il contient aussi, par exemple, des corps nucléolaires.

Les échanges cycliques, dont R. Hertwig croit l'existence générale, montrent bien le passage constant d'une chromatine à l'autre, le caryosome fournissant sans cesse de la chromatine au noyau périphérique. Et dans la mésomitose, le caryosome perd même toute sa chromatine.

Il ne peut donc y avoir de distinction absolue entre deux substances chromatiques différentes, mais tout au plus des états différents d'une même substance.

Le dualisme nucléaire n'a pas plus de réalité [1]. Sans doute il existe des Protozoaires binucléés, mais cet état binucléé est nettement secondaire, puisqu'on voit chez les Infusoires les deux noyaux provenir du même noyau parent.

Hartmann & Prowazek [2] pensaient que le caryosome peut représenter un noyau parce que, par exemple, le caryosome peut se diviser par mitose tandis que la chromatine périphérique se divise par amitose ; tel serait le cas des Amibes limax. Mais on se rappelle que dans la promitose, la plaque équatoriale provient en réalité de la chromatine périphérique : il faut donc bien que celle-ci fasse partie du même noyau que le caryosome.

On n'a jamais vu deux noyaux entrer l'un dans l'autre ou sortir l'un de l'autre et rien ne permet de soupçonner un pareil phénomène. Et puis le noyau vrai des Trypanosomes possède un caryosome et peut-être un centriole : alors dans cette théorie il devrait représenter lui-même un amphicaryon et avoir la valeur de deux noyaux. Or il en existe déjà un autre, le kinétonucléus. Cela ferait trois noyaux au lieu de deux.

Dans la théorie du dualisme nucléaire, le caryosome devient un centrosome : on revient ainsi à la théorie du nucléole-centrosome de Heuten [3]. Dans la promitose en effet, le caryosome paraît jouer le rôle d'un centrosome et il contient souvent un centriole, qui chez les Métazoaires est la partie essentielle du centrosome, celle qui souvent per-

---

(1) (Chatton, l. c. p. 315)
(2) (A. Prot. X, 1907, p. 312)
(3) (Z. W. Z. LX, 1895, p. 219)

297

sisté seule au repos.

Mais nous avons vu que dans d'autres cas le caryosome se dissout lors de la division, qu'il perd sa chromatine, devient identique à un nucléole et est rejeté (Myxobolus Pfeifferi, Coccidium Schubergi, etc.)

Il ne peut donc être homologue à un centrosome, organe persistant et coexistant avec le nucléole.

En réalité [1] le caryosome a une structure complexe : il contient une masse de plastine, une quantité variable de chromatine, souvent un centriole. Le centriole peut le quitter, il peut abandonner sa chromatine, alors il ne reste plus que la masse de plastine qui a la valeur d'un nucléole.

L'existence du caryosome serait une conséquence de la richesse en chromatine du noyau des Protozoaires. Chez ces êtres, le même noyau régissant à la fois les fonctions animales et les fonctions végétatives de l'organisme, doit posséder une plus grande quantité de la substance qui régit ces fonctions. C'est pourquoi, au moment de la reproduction, lorsqu'il abandonne les fonctions végétatives, le noyau se débarrasse de son excès de chromatine : ce serait là la raison de ce que Siedlecki a appelé l'épuration nucléaire [2].

---

(1) (Chatton, l. c. p. 325)

(2) (Gläser, A. Prot, XXV, 1912, p. 121)

Table des Matières

Protozoa

Pages

Avertissement I
Principales abréviations bibliographiques III

Première Partie

Généralités 3

Chapitre I Définition 3
" II Constitution Générale 7
§ 1 Protoplasma 7
§ 2 Noyau 10
§ 3 Centrosome 13
§ 4 Mitochondries 14
§ 5 Plastes 15
§ 6 Vacuoles 15
" III Enkystement 18
" IV Reproduction 19
1°) Reproduction asexuée 19
§ 1 Promitose 21
§ 2 Mésomitose 24
§ 3 Métamitose 28
§ 4 Chromidies 30

Pages

2°) Reproduction sexuée 34

Deuxième Partie

Classification : 38

1° Sous-embranchement Plasmodroma 39
" 1° Classe Rhizopoda 39
" " 1° Sous-classe Proteomyxa 40
" " " Acystosporida 41
" " " 1° Ordre Azoosporida 46
" " " 2° — Zoosporida 47
" " 2° Sous-classe Mycetozoa 49
" " " 1° Ordre Phytomyxida 50
" " " 2° — Pseudoplasmodida 52
" " " 3° — Filoplasmodida 54
" " " 4° — Euplasmodida 55
" " " " 1° Sous-ordre Exosporea 58
" " " " — Endosporea 59
" " 3° Sous-classe Lobosa 60
" " " 1° Ordre Gymnamœbæ 61
" " " 2° — Thecamœbæ 78
" " 4° Sous-classe Reticulosa 84
" " " 1° Ordre Nuda 84
" " " 2° — Forminifera 85
" " " " Coquille 85
" " " " Dimorphisme 88
" " " " Cycle évolutif 92
" " " " Classification 97
" " " " 1° Sous-ordre Imperforata 98
" " " " " 1° Tribu Gromidea 98
" " " " " 2° — Miliolidea 102

Pages

" " " " " 3° Tribu Arenacea 104
" " " " " " 1° Sous-tribu Astrorhizidea 104
" " " " " " 2° – Situolidea ... 106
" " " " 2° Sous-ordre Perforata 106
" " " " " 1° Tribu Lagenidea 107
" " " " " 2° – Chilostomellidea ... 107
" " " " " 3° – Textularidea 107
" " " " " 4° – Globigerinidea 107
" " " " " 5° – Rotalidea 109
" " " " " 6° – Nummulitidea 109
" " " Appendice I Eozoon 110
" " " Appendice II Benophyophora 111
" " 5° Sous-classe Heliozoa 113
" " " 1° Ordre Aphrothoraca 117
" " " 2° – Chlamydophora 117
" " " 3° – Chalarothoraca 118
" " " 4° – Desmothoraca 122
" " 6° Sous-classe Radiolaria 123
" " " 1° Ordre Peripylea 130
" " " " 1° Groupe Monocyttaria 131
" " " " " 1° Sous-ordre Thalassicollida ... 131
" " " " " 2° – Thalassosphærida. 132
" " " " " 3° – Sphaeroidea 132
" " " " " 4° – Trunoidea 133
" " " " " 5° – Discoidea 134
" " " " " 6° Sarcoidea 135
" " " " 2° Groupe Polycyttaria 135
" " " " " 1° Sous-ordre Collozoida 137
" " " " " 2° – Sphaerozoida 137
" " " " " 3° – Collosphaerida 137
" " " 2° Ordre Actypylea 137

Pages

" " " 2° Ordre
" " " " 1° Sous-ordre Acanthonida 140
" " " " 2° – Sphaerophracta 141
" " " " 3° – Prunophracta 141
" " " " 4° – Actinelida 141
" " " 3° Ordre Monopylea 142
" " " " 1° Sous-ordre Nassoidea 143
" " " " 2° – Plectoidea 143
" " " " 3° – Stephoidea 143
" " " " 4° – Cyrtoidea 143
" " " " " 1° Tribu Monocyrtida 144
" " " " " 2° – Dicyrtida 144
" " " " " 3° – Tricyrtida 144
" " " " " 4° – Stichocyrtida 144
" " " " 5° Sous-ordre Spyroidea 144
" " " " 6° – Botryodea 144
" " " 4° Ordre Cannopylea 145
" " " " 1° Sous-ordre Phaeocystina 147
" " " " 2° – Phaeosphaeria ... 148
" " " " 3° – Phaeogromia 148
" " " " 4° – Phaeoconchia 149
" " " " Appendice Toxopoda 150

2° Classe Sporozoa 152
" " " 1° Ordre Gregarinæ 152
" " " " 1° Sous-ordre Eugregarina 168
" " " " " 1° Tribu Cephalina 168
" " " " " 2° – Acephalina 171
" " " " 2° Sous-ordre Shizogregarina . 172
" " " " " 1° Tribu Monospora 172
" " " " " 2° – Polyspora 174

Avertissement

Ce travail n'a nullement la prétention de remplacer les excellents traités généraux de MM. Bütschli, Delage et Hérouard, Doflein, R. Lankester, Minchin, etc, auxquels il a fait de larges emprunts. Il est la mise au point de séries de conférences, faites à la Sorbonne, et que d'aimables auditeurs ont exprimé le désir de voir publier. S'il vaut quelque chose, il le doit aux ouvrages que je viens de citer, aux indications précieuses qu'ont bien voulu me fournir, pour certaines parties, MM. Alexeieff, de Beauchamp, Brumpt, Cépède, Chatton, Dangeard, Duboscq, Fauré-Fremiet, Minkiewicz, etc, et à l'Association amicale des élèves et anciens élèves de la Faculté des sciences de Paris, en particulier à M. E. Dupuy, qui s'est chargé de toute la partie matérielle de la publication. A tous mes collaborateurs volontaires j'adresse mes bien vifs remerciements.

M. R.

Principales abréviations bibliographiques.

A. = Archiv, Archives.
Abh. = Abhandlungen.
Ann. = Annals, Annales.
Ann. Nat. Hist. = Annals and magazine of natural history.
Ann. Sci. Nat. (1), I, = Annales des sciences naturelles, (Zoologie) 1re série, tome I.
A. Prot. = Archiv für Protistenkunde.
Arb. Gesundh. = Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.
A. Z. E = Archives de Zoologie expérimentale.
Beitr. = Beiträge.
Ber. = Berichte.
Bull. Pasteur = Bulletin de l'Institut Pasteur.
Bull. S. Z. F. = Bulletin de la Société Zoologique de France.
Bütschli (Brown). = Brown's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, I, Protozoa, von Bütschli, (1880-1889)
Centribl. Bakter. = Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten.
C. R. Ac. Sci = Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences.
Delage & Hérouard (traité) = Traité de Zoologie concrète, I, La Cellule et les Protozoaires, 1896.
Doflein (Lehrbuch) = Lehrbuch der Protozoenkunde (3e éd.) 1911.
J. = Journal.
Jahrb. = Jahrbücher.
Jahresb. = Jahresberichte.
Jena Z. = Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft.
Le Bot. = Le botaniste.
Mem. Cruz = Memorias del Instituto Oswaldo Cruz.

Mém. S.Z.F. = Mémoires de la Société zoologique de France.

Minchin (Introduction) = An introduction to the study of the Protozoa, 1912.

Mt. Neapel = Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.

P. = Proceedings.

Q.J. Micr. Sci. = Quarterly journal of microscopical science.

S.B. = Sitzungsberichte.

Tr. = Transactions.

Verh. = Verhandlungen.

Z. Anz. = Zoologischer Anzeiger.

Z. Centrlbl. = Zoologisches Centralblatt.

Z. Jahrb. Anat. = Zoologische Jahrbücher, Abtheilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere.

Zoology Lankester. = A treatise on zoology edited by E. Ray Lankester, Part I, Introduction and Protozoa (fasc. I, 1909, fasc. II, 1903).

Z.W.Z. = Zeitschrift fur wissenschaftliche Zoologie.

Pages

" " " 2° Ordre Coccidia 181
"
" " " " 1° Sous-ordre Eimeridea 192
" " " " " 1° Groupe Tetrazoica 192
" " " " " 2° – Octozoica 193
" " " " " 3° – Polyzoica 196
" " " " 2° Sous-ordre Adeleidea 197
" " " " 3° – Prococcidia 200
" " " 3° Ordre Haemosporidia 203
" " " " 1° Sous-ordre Haemogregarinida 204
" " " " 2° – Gymnosporidia .. 212
" " " " " Appendice Babesia 220
" " " 4° Ordre Cnidospioridia 225
" " " " 1° Sous-ordre Myxosporidia .. 225
" " " " " 1° Tribu Disporea 234
" " " " " 2° – Polysporea 235
" " " " 2° Sous-ordre Microsporidia .. 235
" " " " 3° – Actiniomyxidia . 238
" " " " 4° – Paramyxidia ... 241
" " " " Haplosporidia 243
" " " 5° Ordre Sarcosporidia 247
" " Classification générale des Sporozoaires ... 254

" 3° Classe Flagellata 258
" " " Protoflagellata 259
" " " Flagellata s. str. 264
" " 1° Sous-classe Euflagellata 271
" " " 1° Ordre Monadina 271
" " " " 1° Sous-ordre Protomonadina .. 272
" " " " " 1° Tribu Rhizomastigina .. 273
" " " " " 2° Tribu Protomonadina s. str. 275
" " " " " – Trypanosomidæ ... 278

Pages

" " " " 2° Sous-ordre Chaoflagellata... 301
" " " " 3° - Polymastigina... 304
" " " 2° Ordre Euglenida..... 314
" " " " " 1° Tribu Peranemida 315
" " " " " 2° - Astasina 317
" " " " " 3° - Euglenina 318
" " " 3° Ordre Phytoflagellata 320
" " " " " 1° Tribu Chloromonadina. 321
" " " " " 2° - Chromomonadina. 322
" " " " " 3° - Chlamydomonadina. 325
" " " " " 4° - Volvocina..... 326
" " 2° Sous-classe Silicoflagellata..... 332
" " 3° - Dinoflagellata 333
" " " 1° Ordre Adinida 338
" " " 2° - Dinifera 339
" " " 3° - Blastodinida 342
" " 4° Sous-classe Cystoflagellata 347
" " 5° - Catallacta 353

2° Sous-embranchement Ciliophora 355
" Classe unique Infusoria 356
" " Morphologie 357
" " Division 364
" " Conjugaison 365
" " a. Historique 366
" " b. Phénomènes intimes 370
" " c. Conditions et Théories 383
" " Régénération 390
" " Classification 390
" " 1° Sous-classe Ciliata 391
" " " 1° Ordre Holotricha 391

Pages

" " " " " Opalines 392
" " " " 1° Sous-ordre Gymnostomata ... 395
" " " " 2° Sous-ordre Hymenostomata 399
" " " 2° Ordre Heterotricha 404
" " " " 1° Sous-ordre Polytricha 405
" " " " 2° – Oligotricha 411
" " " 3° Ordre Hypotricha 413
" " " 4° – Peritricha 416
" " " " 1° Sous-ordre Scæotricha 416
" " " " 2° – Dexiotricha 421
" " 2° Sous-classe Tentaculifera 436

Dualisme nucléaire des Protozoaires 446

AMNH LIBRARY
100134840

QL 366 .R62 191
Robert, A., zoo
Conférences de
faites à la So

Date Loaned

QL 366 .R62 1914

Robert, A., zoologist.

Conférences de zoologie
faites à la Sorbonne.